

# Agroindústria 4.0

## Oportunidades e desafios

Acenini Lima Balieiro  
Ana Paula Costa Câmara  
Erick Viana da Silva  
Iris Barbosa de Souza  
João Pedro Ferreira  
Grazieli Suszek  
Marteson Cristiano dos Santos Camelo  
Mauro de Lima



# Agroindústria 4.0

## Oportunidades e desafios

Acenini Lima Balieiro  
Ana Paula Costa Câmara  
Erick Viana da Silva  
Iris Barbosa de Souza  
João Pedro Ferreira  
Grazieli Suszek  
Marteson Cristiano dos Santos Camelo  
Mauro de Lima

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

Agroindústria 4.0 [livro eletrônico]:  
oportunidades e desafios. -- Recife, PE:  
Instituto Internacional Despertando Vocações,  
2024.  
PDF

Vários autores.  
Vários organizadores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-88970-43-0  
DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0>

1. Agricultura 2. Agricultura - Inovações  
tecnológicas 3. Agroindústria 4. Ciências agrárias

24-203360

CDD - 338.1

Índices para catálogo sistemático:

1. Agroindústria: Gestão 338.1  
Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

# Agroindústria 4.0: oportunidades e desafios

## Organizadores

Acenini Lima Balieiro  
Ana Paula Costa Câmara  
Erick Viana da Silva  
Iris Barbosa de Souza  
João Pedro Ferreira  
Grazieli Suszek  
Marteson Cristiano dos Santos Camelo  
Mauro de Lima

## Prefácio

Marteson Cristiano dos Santos Camelo

## Editoração e diagramação

Mariana Almeida Ferreira Lima  
Caio Victor Barros Gonçalves da Silva

## Revisão

Mariana Almeida Ferreira Lima

## ISBN

978-65-88970-43-0

## DOI

<https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0>

## Editora

Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

# Prefácio

O Congresso Internacional da Agroindústria (CIAGRO) é um evento concebido no âmbito das atividades desenvolvidas no Programa Internacional Despertando Vocações para as Ciências Agrárias (PDVAgro), realizado pelo Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV) que tem compromisso com a democratização do conhecimento e com a promoção de uma educação de qualidade. Com o tema norteador **Agroindústria 4.0: oportunidades e Desafios**, o CIAGRO 2023 contemplou o que há de mais moderno para a agroindústria na atualidade.

O e-book volume III do CIAGRO 2023, está dividido em 61 capítulos que enfatizam os diversos elos da Agroindústria, evidenciando alternativas para o desenvolvimento de pesquisas, desafios e expectativas para a cadeia produtiva dos alimentos, dividindo experiências nas áreas de Controle de qualidade e segurança dos alimentos e Análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas de alimentos.

O CIAGRO 2023 teve como objetivo discutir como as ferramentas da indústria 4.0 têm impactado nos rumos da Agroindústria, no cenário nacional e internacional. Além disso trouxe a divulgação de conteúdos e resultados de pesquisas, estabelecendo trocas de experiências entre indivíduos do Brasil, de diferentes instituições, e do exterior. Isso contribui para o estímulo da geração de novas redes de cooperação multicêntricas entre a indústria e a área acadêmica, com ênfase na realização de pesquisa, atuando no enriquecimento da formação de estudantes e profissionais, que atuam nos diferentes setores da Agroindústria em diferentes países.

**Prof. Dr. Marteson Cristiano dos Santos Camelo**

**Professor Adjunto IV da UFAPE e Coordenador do evento no ano de 2023**

# Sumário

## Seção 1

### **Análises de alimentos: sensoria, físico-química e microbiológica**

<b>ANÁLISE DOS TEORES TOTAIS DE FENÓLICOS, FLAVONOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE QUATRO VARIEDADES DE FEIJÃO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) DE PERNAMBUCO .....</b>	<b>11</b>
<b>APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS AFETIVOS PARA AVALIAR A ACEITABILIDADE DE UMA MARCA DE MANTEIGA LOCAL .....</b>	<b>27</b>
<b>AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE BORRAS DE CAFÉS ESPECIAIS ORGÂNICAS E NÃO ORGÂNICAS EXTRAÍDAS EM FILTRO KOAR .....</b>	<b>43</b>
<b>AVALIAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA EM CASCAS DE CAFÉ ORGÂNICO TIPO ARÁBICA.....</b>	<b>59</b>
<b>AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA SOJA TORRADA PARA FINS DE NOVAS APLICAÇÕES ALIMENTÍCIAS .....</b>	<b>76</b>
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TOMATE-CEREJA PRODUZIDOS NO ALTO SERTÃO SERGIPANO .....</b>	<b>92</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, DE TEXTURA, COR, SENSORIAIS E MICROBIOLÓGICAS DO SARRAJÃO (<i>SARDA SARDA</i>) FRESCO .....</b>	<b>109</b>
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: INFLUÊNCIA DE FATORES ORIUNDOS DA PRODUÇÃO ANIMAL QUE AFETAM A QUALIDADE DA CARNE BOVINA .....</b>	<b>123</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DA COROA DO ABACAXI .....</b>	<b>141</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CASCAS DE CAFÉ: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O PROCESSAMENTO VIA SECA E FERMENTADO .....</b>	<b>161</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E COMPOSTOS ANTINUTRICIONAIS DOS FRUTOS DO TATURUBÁ (<i>POUTERIA MACROPHYLLA</i> (LAM) EYMA.).....</b>	<b>179</b>

CAROTENÓIDES E COMPOSTOS BIOATIVOS EM POLPA DE ABÓBORA: UMA ALTERNATIVA NUTRICIONAL E ECONÔMICA PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO .....	196
CAROTENOIDES E OUTROS BIOATIVOS EM POLPA DE ABÓBORA CRIOLA CULTIVADA NO ESTADO DE PERNAMBUCO.....	215
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE PÃO ARTESANAL COMERCIALIZADO EM GARANHUNS – PE.....	234
EDUCAÇÃO DO CONSUMIDOR COMO VEÍCULO DE PROMOÇÃO DA SEGURANÇA DE PESCADOS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA .....	236
INFLUÊNCIA DO DIÂMETRO DE SAÍDA DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO POR FILTRAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA BEBIDA CAFÉ.....	241
<b>[PREMIADO]</b>	
INFLUÊNCIA DOS FATORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS DURANTE O ARMAZENAMENTO DE CREME DE LEITE COMERCIAL SOB DIFERENTES CONDIÇÕES .....	243
VIABILIDADE DE PROBIÓTICOS LACTOCASEIBACILLUS RHAMNOSUS APLICADO EM SOLUÇÕES DE CAFÉ SOLÚVEL COMERCIAL.....	245
<b>Seção 2</b>	
<b>Biotecnologia na produção de alimentos</b>	
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA: EXPLORANDO FUNGOS DO GÊNERO ASPERGILLUS E O SUBSTRATO CASCA DE LARANJA PARA A PRODUÇÃO DE PECTINASES POR FERMENTAÇÃO .....	248
AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA E PROPRIEDADES DO ALGINATO EXTRAÍDO DE <i>Laminaria hyperborea</i> .....	266
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE INÓCULOS DE KOMBUCHA COMO STARTER PARA FERMENTAÇÃO DE LEITE BOVINO E CAPRINO.....	281
POTENCIALIDADES DAS PLANTAS MEDICINAIS COMO FONTE DE BIOATIVOS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	297
QUEIJO ARTESANAL CEARENSE <i>versus</i> QUEIJO DE COALHO: UMA BREVE REVISÃO .....	313
REAPROVEITAMENTO DOS SUBPRODUTOS ORIUNDOS DA AGROINDÚSTRIA PARA APLICAÇÕES NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA.....	337

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: USO DA PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA .....	358
TENDÊNCIAS E BENEFÍCIOS DA FERMENTAÇÃO EM BEBIDAS VEGETAIS: UMA REVISÃO DOS ÚLTIMOS AVANÇOS.....	375
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: TRANSFORMANDO RESÍDUOS EM RECURSOS: TENDÊNCIAS NA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA VALORIZAÇÃO DE RESÍDUO AGROINDUSTRIAL .....	398
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE PROTEASES COAGULANTES DO LEITE POR <i>Trichoderma</i> spp. ISOLADO DO CERRADO PIAUIENSE.....	414
BIOTRANSFORMAÇÃO DA CERVEJA DE CASTANHOLA POR TANASE DE <i>ASPERGILLUS TAMARII</i> URM 7115.....	435
DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA DO DIMETILSULFÓXIDO FRENTE A <i>Staphylococcus aureus</i> .....	437
<b>[PREMIADO]</b>	
MICROENCAPSULAÇÃO DE PROBIÓTICOS <i>LACTICASEIBACILLUS RHAMNOSUS</i> PELA TÉCNICA DE EXTRUSÃO E GELIFICAÇÃO IÔNICA.....	439
PRODUÇÃO DE COLAGENASES FÚNGICAS POR FERMENTAÇÃO SUBMERSA UTILIZANDO RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ÓLEO COMO SUBSTRATO.....	441
TENDERIZAÇÃO DO ACÉM POR BROMELINA EXTRAÍDA DE FOLHAS DA MACAMBIRA .....	443
VIABILIDADE DE <i>LACTICASEIBACILLUS RHAMNOSUS</i> MICROENCAPSULADO EM ALGINATO DE SÓDIO FRENTE ÀS TEMPERATURAS DE PASTEURIZAÇÃO .....	445
VIABILIDADE DE PROBIÓTICO DA ESPÉCIE <i>LACTICASEIBACILLUS RHAMNOSUS</i> APLICADO EM CHOCOLATE AO LEITE.....	447

## Seção 3

### Formulação e Processamento de alimentos (FP)

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA KOMBUCHA DE CHÁ VERDE ( <i>CAMELLIA SINENSIS</i> ) ENRIQUECIDA COM MEL FLORAL DA CAATINGA DA <i>APIS MELLIFERA</i> .....	450
DESENVOLVIMENTO DE HAMBÚRGUER VEGETAL DE FEIJÃO GUANDU ( <i>Cajanus Cajan</i> ) .....	470



ELABORAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA COM DIFERENTES  
CONCENTRAÇÕES DE SORO E ESTABILIZANTE ..... 487

ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER VEGANO À BASE DE FIBRA DE JACA E AVEIA.. 506

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE MULTIMISTURA ELABORADA COM FARINHA DE  
BATATA DOCE ..... 527

**[PREMIADO]**

ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO COZIDO TIPO APRESUNTADO SUÍNO..... 545

ELABORAÇÃO DE QUEIJO COALHO CONDIMENTADO ..... 547

MICROVERDES DE BETERRABA (*Beta vulgaris L.*) DESIDRATADOS POR UM  
MÉTODO COMBINADO DE FOAM MAT E LIOFILIZAÇÃO ..... 549

## Seção 4

### Inovação e tecnologia emergentes

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOFILME A BASE DE AMIDO DE  
MANDIOCA (*Manihot esculenta*) E JAMBU (*Acmella oleraceae*) ..... 552

ANÁLISE DE MUDANÇAS NA COBERTURA VEGETAL DO ASSENTAMENTO TEIJIN  
DO MUNICÍPIO DE NOVA ANDRADINA/MS UTILIZANDO O GOOGLE EARTH ENGINE  
..... 575

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: NANOSENSORES E NANOBIOSSENSORES PARA  
DETECÇÃO DE BACTÉRIAS PATOGÊNICAS E AFLATOXINAS ..... 595

**[PREMIADO]**

MODIFICATION OF BABASSU STARCH BY PHYSICAL METHODS: APPLICATION IN  
3D PRINTING ..... 611

## Seção 5

### Empreendedorismo e Gestão Agroindustrial

AValiação DA ROTULAGEM DE PRODUTOS LÁCTEOS COMERCIALIZADOS NA  
CIDADE DE PAU DOS FERROS-RN ..... 614

UTILIZAÇÃO DA MATRIZ SWOT PARA ANALISAR O MERCADO DE AÇAÍ EM NOSSA  
SENHORA DA GLÓRIA, SERGIPE: UM ESTUDO DE CASO ..... 631

ELABORAÇÃO DE CARTAZ E PANFLETOS COM OBJETIVO DE PROMOVER A CAMPANHA DO PRATO LIMPO NO REFEITÓRIO UNIVERSITÁRIO DA UFPB CAMPUS III – BANANEIRAS - PB ..... 648

[PREMIADO]

KEFIR: PROSPECCIÓN TECNOLÓGICA DE PATENTES EN BRASIL RELACIONADAS CON EL SECTOR ALIMENTARIO ..... 650

## Seção 6

### Produção sustentável e Segurança Alimentar

SILÍCIO E SÓDIO AUMENTAM A QUALIDADE DA RÚCULA COM DEFICIÊNCIA EM POTÁSSIO ..... 653

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE PROTEASES OBTIDAS DE UMA NOVA ESPÉCIE DE *Aspergillus ssp.* ISOLADO DO BIOMA CAATINGA-PE ..... 674

OCORRÊNCIAS DE NÃO CONFORMIDADES NO ABATE DE BOVINOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI CEARENSE ..... 690

PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DO BAGAÇO DE UVA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA ..... 710

RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE ALGODÃO: ESTRATÉGIAS ECO-RESPONSÁVEIS PARA GERAÇÃO DE BIOENERGIA..... 732

AGRICULTURA DIGITAL E A SUSTENTABILIDADE NO CAMPO: STATUS ATUAL E TENDÊNCIAS..... 749

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA: PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS NO PERÍODO DE 2013 A 2022 ..... 768

[PREMIADO]

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE EXTRATOS VEGETAIS FRENTE AO *Colletotrichum musae* ISOLADO DE BANANAS..... 785

## Seção 7

### Automação, modelagem e simulação de processos da Agroindústria

MECANIZAÇÃO E AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS NA AQUICULTURA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA..... 788

MONITORAMENTO E MANEJO DE PONTOS DE COMPACTAÇÃO DO SOLO EM ÁREA DE CERRADO COM MIX DE COBERTURA ..... 807

# **Seção 1**

## **Análises de alimentos: sensoria, físico-química e microbiológica**

# **ANÁLISE DOS TEORES TOTAIS DE FENÓLICOS, FLAVONOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE QUATRO VARIEDADES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) DE PERNAMBUCO**

## **ANALYSIS OF THE TOTAL CONTENTS OF PHENOLICS, FLAVONOIDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FOUR BEAN VARIETIES FROM PERNAMBUCO**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.11-26>

**Mirella Madeira Costa de Amorim**

Mestranda Pós graduação Ciências e tecnologia de alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, mimcamorim@gmail.com

**Tamiris Ramos da Silva**

Bacharelado Gastronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, thamyramos15@gmail.com

**José Carlos de Andrade Alves**

Bacharel Química Industrial, Universidade Federal de Pernambuco, jc.qindustrial@gmail.com

**Antônio Félix da Costa**

Doutor, Instituto Agronômico de Pernambuco, felix.antonio@ipa.com

**Emmanuela Prado de Paiva Azevedo**

Doutora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, emmanuela.paiva@ufrpe.br

## Resumo

O objetivo do presente estudo foi investigar os teores de fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante de quatro variedades de feijão crioulo catalogadas pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento tradicional na mesa do brasileiro, além de auxiliar na segurança alimentar do país, é um produto que garante a subsistência de famílias do Agreste do estado de Pernambuco. Através da agricultura familiar, garantindo a manutenção e guarda das sementes locais, variedades crioulas passam de geração para geração e devido ao baixo apelo comercial, ainda não possuem informações acerca do seu valor nutricional. O extrato ideal para cada amostra foi selecionado através da análise de fenólicos, enquanto os teores de flavonoides e ABTS foram medidos com cálculo envolvendo a absorvância que foi lida em espectrofotômetro. Os teores de fenólicos foram maiores, em ordem decrescente, nas variedades Bico de Ouro (BO) > Favita (FF) > Fogo na Serra (FS) > Feijão Pau (FP), enquanto os valores de flavonoides BO > FP > FF > FS e atividade antioxidante mais expressa foi observada em feijão BO, seguido por FF, FS e FP. Foi possível analisar os teores de fenólico, flavonoide e ação antioxidante das quatro variedades, e é notório que a variedade Bico de Ouro (BO) apresentou valores expressivos para todas as análises. No entanto, se fazem necessários mais estudos que avaliem a fundo todo o valor nutricional dessas variedades, afim de conferir as informações necessárias para que os feijões possam ser utilizados de forma mais adequada em prol do benefício da saúde humana e valorização da agricultura familiar.

**Palavras-chave:** análise de alimentos; Feijão crioulo; *Phaseolus vulgaris*.

## Abstract

The objective of the present study was to investigate the total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of four varieties of creole bean cataloged by the Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are a traditional food on the Brazilian table, in addition to helping the country's food security, it is a product that guarantees the subsistence of families in the Agreste region of the state of Pernambuco. Through family farming, ensuring the maintenance and safekeeping of local seeds, creole varieties pass from generation to generation and due to the low commercial appeal, they still do not have information about their nutritional value. The ideal extract for each sample was selected through the analysis of phenolics, while the flavonoids and ABTS contents were measured with a calculation involving the absorbance that was read in a spectrophotometer. The phenolic contents were higher, in descending order, in the varieties Bico de Ouro (BO) > Favita (FF) > Fogo na Serra (FS) > Feijão Pau (FP), while the flavonoid values BO > FP > FF > FS and more expressed antioxidant activity was observed in BO bean, followed by FF, FS and FP. It was possible to analyze the phenolic, flavonoid and antioxidant contents of the four varieties, and it is well known that the Bico de Ouro (BO) variety presented expressive values for all analyses. However, further studies are needed to fully assess the nutritional value of these varieties, in order to provide the necessary information so that beans can be used more appropriately for the benefit of human health and appreciation of family farming.

**Keywords:** food analysis; Creole beans; *Phaseolus vulgaris*.

## Introdução

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) é uma leguminosa cultivada principalmente em regiões temperadas e subtropicais sendo considerado um componente relevante na base da alimentação e subsistência de milhões de pessoas em vários países, como no Brasil (Corzo-Ríos, et al., 2020; Balensifer, P. H. M., 2019). Se tornou um alimento de grande importância no aspecto de desenvolvimento socioeconômico, estando presente na mesa das famílias brasileiras desde o século XIX, compondo pratos tradicionais das diversas regiões, como no Nordeste com o baião de dois ou o tutu de feijão, da região Sul. Isso se dá conforme os costumes e gostos de cada território, porém, sempre utilizando o produto local disponível (Barrigossi, J. A. F., et al., 2021).

Nutricionalmente, os feijões se enquadram em uma das melhores fontes de proteína vegetal, possuem carboidratos complexos e boa quantidade de fibra alimentar, além de baixo teor de gordura (Oliveira, et al., 2018;). Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o consumo dessa leguminosa contribui para a redução do risco de algumas doenças e proporciona diversos benefícios à saúde, devido não só pela sua composição nutricional como pela presença de compostos bioativos (FAO, 2021; A.L., Jones, 1999; Rodríguez Madrera, et al., 2020).

Ácidos fenólicos e flavonoides são os principais polifenóis presentes nos feijões, encontrando-se na sua forma livre ou ligados à açúcares e proteínas. Os compostos fenólicos demonstraram ter ação antioxidante, age impedindo a ação de radicais livres, desempenhando um papel importante quando incorporados na alimentação humana, conservando a qualidade do alimento e reduzindo o risco de desenvolvimento de patologias, além de atividade anti-inflamatória, anti-hipertensivas, antienvelhecimento e anticarcinogênica, relacionadas a inibição de cânceres como de cólon, esôfago, pulmão, mama, fígado e pele (Angelo, P. M., & Jorge, N., 2007; Bento, et al., 2021).

Sua extensa versatilidade culinária e qualidade nutricional, permite que o feijão possa atender à necessidade alimentar de diversos estratos de baixa renda, impactando na segurança alimentar dos mesmos. Devido a esse fato, é comum que em comunidades tradicionais, principalmente na região Nordeste, as famílias cultivem

seu próprio alimento, passando hábitos, modo de vida e cultura de geração para geração, tornando a agricultura familiar uma tradição. Em função de suas práticas agrícolas de baixo impacto, essas comunidades têm se tornado guardiãs da variabilidade e biodiversidade das plantas cultivadas e são responsáveis por garantir a manutenção e guarda de variedades locais, que são cultivadas ao longo dos milhares de anos (Medeiros, P. H., 2019; Silva, Girliany Santos Da, Et Al., 2022; Barrigossi, J. A. F., et Al, 2020; Fischer et al., 2016).

Parte da variabilidade genética de feijões distribuída no Nordeste encontra-se preservada no Banco Ativo de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), e no âmbito do gênero *Phaseolus* o banco dispõe de mais de 70 anos de catalogação derivadas cultivos tradicionais. Não obstante, esclarecer a estas informações de produtos da agrobiodiversidade permitirá às comunidades rurais o uso de dados dos alimentos selecionados por gerações para promover benefícios à saúde local. Portanto, o objetivo do presente estudo foi investigar as propriedades antioxidantes e avaliar o teor total de fenólicos e flavonoides de quatro variedades de feijão do Agreste Meridional de Pernambuco catalogadas pelo IPA.

## Referencial teórico

O feijão comum *Phaseolus vulgaris* L., pertence à classe Dicotyledoneae, família Leguminosae, subfamília Papilionoidae e gênero *Phaseolus*, constando cerca de 150 variedades catalogadas e cultivadas ao redor do mundo. No Brasil existem algumas mais conhecidas, como *Phaseolus vulgaris* (L.) (feijão comum), *Vigna unguiculata* (L. Walp.) (Feijão-macassar, feijão de corda ou feijão fradinho), *Phaseolus lunatus* (L.) (fava) e *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (feijão-guandu), entre outros (Clibas; Trazilbo; Alúzio, 2018; Faostat, 2020).

São cerca de 3 milhões de hectares que colocam o Brasil em terceira posição em relação aos países que mais produzem feijão (CONAB, 2021). O plantio ocorre em três épocas distintas, a primeira safra, conhecida como a das águas, se dispõe de um período prolongado de chuvas, a seguinte, safra seca, ocorre com baixo índice pluviométrico, seguida pela safra irrigada, onde o feijão irrigado é colhido. Apesar da região Nordeste apresentar maior área para cultivo (1,46 milhões de hectares) a região Centro-Oeste tem sua produtividade quadruplicada em relação ao NE (1.791kg/HE

contra 44kg/HE), isso se deve ao fato que grande parte da agricultura nordestina é de base familiar, que passa de geração em geração e não possuem capital necessário e/ou dividem terras com outras culturas (Rodrigues, et al., 2021)

Segundo informações da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o termo *Pulse* deve ser utilizado para designar sementes secas de leguminosas, como lentilha, feijão e ervilha. Para difundir a sua relevância, a Organização Mundial de Saúde (OMS), determinou que no dia 10 de fevereiro, anualmente, sejam amplamente divulgados em todos os países (FAO, 2022) como conscientização pública, os seus benefícios nutricionais e ambientais, como parte da produção sustentável. Países como Estados Unidos, divulgam anúncios em televisão, rádio, metrô, mídia externa e canais digitais difundindo informações sobre esses alimentos, sua qualidade nutricional, destacando-se como boa fonte de proteína vegetal (cerca de 20g/100g) procurando incentivar a população americana à diversificar a alimentação e assim, prevenir de doenças crônicas que estão crescendo no país, como obesidade e diabetes (NYC Saúde, 2023; Quiñones, A. R., et al., 2019) No Brasil, a Sociedade Vegetariana Brasileira se utiliza do programa Segunda Sem Carne, informando os benefícios nutricionais e sustentáveis ao substituir a proteína animal por vegetal (SVB, 2020).

Além do valor proteico, os *pulses* contam com atividades antioxidantes através da ação das enzimas, ou pela presença de vitaminas e minerais que de um modo geral atuam como cofatores e coenzimas (Vasconcelos, 2014). Os antioxidantes ajudam a reduzir os efeitos do estresse e da falta de oxigênio, formando complexos que atenuam as reações produtoras de radicais livres. Alimentos que contém propriedades antioxidantes, neutralizam e inibem ou retiram do organismo os radicais livres (Vasconcelos, 2014).

A estrutura dos antioxidantes é composta por anéis aromáticos possuindo pelo menos uma hidroxila, onde são comumente utilizados na indústria de alimentos, são classificados como primários, onde agem na interrupção da cadeia de reação, com a doação de hidrogênio ou de elétrons aos radicais livres, tornando-os estáveis, enquanto os antioxidantes secundários, atuam da etapa de iniciação de auto oxidação, com objetivo de retardá-la (Umeda, 2017). Existem diversos métodos para determinação da capacidade antioxidante sendo os mais usuais 2,2-difenil-1-



picrilhidrazil (DPPH), poder antioxidante do ferro (FRAP) e 2,2-azino-bis- (ácido-3-etilbenzo-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) (ABTS<sup>+</sup>). Essas metodologias são bastante utilizadas por conta da sua simplicidade, rapidez e sensibilidade.

O feijão vem recebendo atenção e através de estudos, é possível observar que dentre suas inúmeras variedades, possuem boa fonte de antioxidante e de compostos bioativos, sendo positivas no combate de doenças como câncer, hipertensão, obesidade e doenças cardiovasculares. (Umeda, 2017).

Os compostos bioativos possuem também capacidade de conferir cor aos alimentos, podendo ser de origens diversas como animal, vegetal e de microrganismos, além de possuírem ação fundamental na manutenção da saúde, sendo potenciais de ações anti-inflamatória, antitumoral, entre outras (Oliveira & Bastos, 2011). São substâncias produzidas em pequena quantidade sendo principalmente produzida por vegetais contra ameaças externas (Host & Lajolo, 2012).

Fenólicos, terpenos, vitaminas são os principais constituintes bioativos encontrados. Os fenólicos apresentam em sua estrutura um anel aromático com um ou mais grupos de hidroxila que podem variar e por isso que a sua variedade é bastante ampla, além de serem responsáveis pela cor e sabor dos alimentos, se dividem em Flavonoides e não Flavonoides (Pimentel et al., 2019; Cardoso Silva et al., 2010).

Os Flavonoides possuem em seu esqueleto, difenil propano (C<sub>16</sub>H<sub>15</sub>) com dois anéis benzênicos e um anel pirano sendo mais comum a ocorrência de glicosídeos. São divididos em 13 classes com mais de 5.000 compostos descritos. Eles podem ocorrer de forma livre (aglicona) ou conjugada a açúcares (glicosídeos), sendo alimentos ingeridos na forma glicosídica ao chegarem no intestino grosso são hidrolisados transformando-se na sua forma reduzida (aglicona) (Pimentel et al., 2019).

O feijão por sua vez possui uma grande diversidade de flavonoides, antocianinas, ácidos fenólicos e outros que estão predominantemente em seu revestimento e que são importantes para saúde humana, pois reduzem o risco de desenvolvimento de patologias como hipertensão, diabetes, aterosclerose, cânceres, entre outras. (Umeda, 2017).

É de grande importância elucidar os determinados teores citados e compreender a biodisponibilidade em produtos da agrobiodiversidade. Essas informações, portanto, permitem às comunidades tradicionais o uso de dados desses feijões, guardado por gerações, podendo usufruir do aproveitamento nutricional, ofertando valor comercial ou a possibilidade de contribuição de criação de políticas públicas na saúde dos indivíduos.

## Material e métodos

### Material vegetal

As sementes foram obtidas pelo Banco ativo de germoplasma do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) que disponibilizou quatro variedades de Feijão Comum (*Phaseolus Vulgaris L.*). Sendo selecionadas a partir de um levantamento anterior, realizado em 2019, onde foram identificadas vinte uma variedade dentre as principais: Feijão Pau (FP), Favita (FF), Fogo na Serra (FS) e Bico de Ouro (BO). O levantamento tratou-se de uma Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) que teve como objetivo a conservação de sementes crioulas em comunidades rurais de cinco territórios do estado (Balensifer, 2019). As variedades foram cultivadas em Outubro de 2022 e colhidas em Fevereiro de 2023, levadas para o laboratório da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), higienizadas e dispostas em tubos Falcon, submetidas em nitrogênio líquido e mantidas em Freezer para demais análises.

### Processo de liofilização

As variedades, dispostas em tubos Falcon, foram colocadas o Liofilizador Terroni LS3000 do laboratório de Alimentos do NUBIOTEC da Universidade Federal Rural de Pernambuco para serem submetidas ao processo de desidratação por sublimação (Figura 1), sob condição de congelamento de baixa temperatura e vácuo, permanecendo por aproximadamente 24 horas, onde posteriormente foram armazenados em sachês aluminizados, etiquetados com nome da variedade e peso da amostra e posteriormente levados para freezer da marca Frizon a -18°C até o momento da análise.

**Figura 01:** Feijão da variedade Fogo na Serra após processo de liofilização.

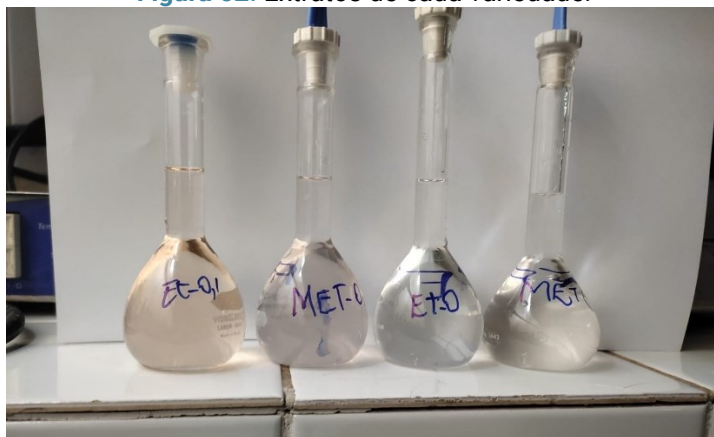


Fonte: própria (2023).

### Preparação do Extrato

Foi utilizada a metodologia de Fogaça et al., 2012 para preparação do extrato ideal de cada variedade de feijão com algumas modificações. Resumidamente, utilizou-se soluções de Metanol e Etanol puros e acidificados por 1,4 mL de ácido clorídrico, para 0,5 g de massa da amostra em um béquer para cada variedade. Onde posteriormente foram colocados em um sonicador e desruptor de ponteira ultrassônico Ultronique durante 10 minutos com objetivo de realizar microfissuras, em seguida as amostras passaram pela centrífuga SOLAB modelo SL-708 durante 10 minutos e filtradas através de um papel filtro com auxílio de um funil dentro de um balão volumétrico de 50 mL e preenchidas com a solução correspondente a inicial até o menisco (Figura 2). Por fim, analisou-se o melhor extrato para cada amostra através da análise de fenólicos. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

**Figura 02:** Extratos de cada variedade.



Fonte: própria (2023).

### **Análise de conteúdo fenólico**

O teor de fenólicos totais (TPC) das variedades de feijão foram determinados através do método Folin-Ciocalteu (Singleton et al., 1999). Em tubos de ensaios envolvidos por papel alumínio, diluiu-se 0,5 mL dos extratos em 8 mL de água destilada, o início da reação foi ocasionado pela adição de 0,5 mL do reagente Folin Cicalteaus e agitados no Vórtex Certomat MV por 30 segundos. Após 3 minutos de repouso, a reação foi estabilizada adicionando-se 1mL de solução saturada de carbonato de sódio, incubado por 60 minutos em temperatura ambiente e com ausência de luz, a absorbância da reação foi lida utilizando espectrofotômetro Shimadzu UV-1900i com comprimento de onda ajustado à 725 nm contra um reagente branco. Os tubos de ensaio branco foram preparados com o ajuste de 8,5 mL de água destilada e com todos os componentes, exceto extrato de feijão. Os resultados foram calculados com o auxílio de uma curva padrão de ácido gálico e expressos em mg equivalente de ácido gálico (GAE)/100 g de sementes secas.

### **Análise de flavonoides**

O teor total de flavonoides foi determinado pelo método descrito por Dewanto et al., 2002 com algumas modificações. Resumidamente, foram diluídos 1mL do extrato de feijão e 14 mL de água destilada em um balão de fundo redondo de 50mL. Em seguida foram adicionados 1,5 mL de solução de nitrito de sódio a 5%, as misturas foram agitadas manualmente e incubada por 6 minutos, seguido por 3mL de cloreto de alumínio e deixada para reagir por 5 minutos. Posteriormente, foram adicionados 10mL de hidróxido de sódio (1M) e água destilada até completar o menisco do balão. O balão branco foi preparado utilizando os mesmos materiais, exceto o extrato e cloreto de alumínio, a quantidade de água destilada foi ajustada para 15 mL. A absorbância foi lida a 510 nm e os resultados foram calculados com a ajuda de uma curva padrão e expressos em mg equivalentes de catequina por g de peso seco.

### **Atividade antioxidante por ABTS**

Para capacidade antioxidante com base no método de redução do radical foi utilizada a metodologia de Nenades, 2004. Resumidamente, em tubos de ensaios etiquetados e envoltos de papel alumínio, foram colocados os extratos de cada

variedade em quatro concentrações diferentes: A (50 $\mu$ L), B (40 $\mu$ L), C (30 $\mu$ L) e D (20 $\mu$ L), onde os identificados como B, C e D foram diluídos com água destilada, 10 $\mu$ L, 20 $\mu$ L e 30 $\mu$ L, respectivamente, posteriormente, todos os tubos receberam 5 mL do reagente ABTS e agitados por 30 segundos no Vórtex Certomat MV. As amostras ficaram em repouso (Figura 03), com iluminação controlada, durante 6 minutos para ser feita a leitura da absorbância no espectrofotômetro UV-1900i à 734nm. A atividade foi calculada com base na curva de Trolox e os resultados foram expressos em  $\mu$ mol trolox/mg de peso seco.

**Figura 03:** Processo de realização do ABTS.



Fonte: própria (2023).

### **Análise estatística**

As diferenças estatisticamente significantes entre as médias foram analisadas com aplicação da ANOVA e o teste Tukey, usando o software Statistica® 7.0. O grau de significância utilizado para determinar a diferença entre as médias foi de 5% ( $p < 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão.

## **Resultados e discussão**

### **Otimização do processo de extração**

A determinação dos extratos a serem utilizados nos processos do presente estudo se deu através do resultado de eficiência dos mesmos durante a análise de fenólicos para cada variedade de feijão. Para feijão Favita (FF), Fogo da Serra (FS) e Feijão Pau (FP), a melhor solução extrativa foi com etanol acidificado, enquanto para

variedade Bico de Ouro (BO), a utilização de Metanol acidificado se mostrou mais significativamente eficiente na extração comparada às outras soluções.

De acordo com Lima (2004) que verificou o melhor método para extração do extrato de feijão mungo, que possuíam similaridade com o estudo em questão, contendo metanol acidificado e etanol acidificado como solventes, foi possível perceber que os teores de fenólicos totais foram semelhantes, sendo o método mais eficaz a água em temperatura ambiente, para extração de fenólicos totais.

### Teor de fenólicos totais (TPC) e flavonoides

Como pode ser visto na tabela 1 as variedades Favita (FF) e Bico de Ouro (BO) apresentaram maiores teores de fenólicos totais, variando entre 12,56 e 12,75 mg GAE/100g de feijão, respectivamente, enquanto o feijão Pau demonstrou ter menor TPC, média de 7,48 mg GAE/100g (Tabela 1). As quatro variedades utilizadas no presente estudo não possuem dados anteriormente analisados, até o presente momento, e por isso só é possível analisar e comparar resultados de pesquisas contendo feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) nas suas variedades comumente utilizadas. No estudo desenvolvido por Carzo-Ríos et al. (2020) onde foram analisadas oito variedades de feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) e duas variedades de feijão vermelho (*Phaseolus coccineus L.*), os valores de TPC variaram entre 1,26 até 8,68 mg GAE/g peso seco, onde o autor cita que a discrepância nos valores pode ser devido às colorações dos tegumentos dos feijões, pois as sementes mais claras apresentaram valores menores comparado às sementes mais escuras, resultado no qual demonstra ser inferior aos valores obtidos do atual estudo. Assim como no estudo realizado por o Kan, Nie, Hu, Wang, Cui, Li, et al., 2017, os teores de fenólicos dos feijões chineses ficaram abaixo, cerca de 0,25 e 3,79 mg GAE/g peso seco, o método de extrato se diferiu da presente pesquisa, pois utilizaram extrato bruto, podendo interferir no ensaio Folin-Cicateau por conter outros compostos, como aminoácidos (Bastola, Guragain, Bhadriraju, & Vadlani, 2017).

**Tabela 01:** Teores médios\* de fenólicos totais, flavonoides totais e ABTS

Amostras	Fénolicos totais (GAE/100g)	Flavonoides (mg CE/100 g)	ABTS ( $\mu$ mol trolox/mg)
BO	12,75 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	293,96 $\pm$ 7,04 <sup>a</sup>	203,01 $\pm$ 4,5 <sup>a</sup>
FP	7,48 $\pm$ 0,16 <sup>c</sup>	240,16 $\pm$ 11,29 <sup>b</sup>	12,54 $\pm$ 1,85 <sup>c</sup>
FF	12,56 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	115,67 $\pm$ 18,44 <sup>c</sup>	19,95 $\pm$ 10,51 <sup>b</sup>

FS	9,03 ± 0,24 <sup>b</sup>	103,37 ± 26,22 <sup>c</sup>	14,08 ± 0,31 <sup>b</sup>
----	--------------------------	-----------------------------	---------------------------

\*Médias de três repetições; ±: desvio padrão. Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente (Teste de Tukey  $p > 0,05$ ). FP: Feijão Pau, FS: Fogo na Serra, FF: Feijão Favita e BO: Bico de Ouro.

Fonte: própria (2023).

Para os resultados de flavonoides, é possível observar teores mais elevados nos Bico de Ouro (BO) e feijão Pau (FP), respectivamente, enquanto os feijões Favita (FF) e Fogo na Serra (FS) não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre eles. Tais resultados diferem dos estudos com feijão carioca, feijão preto e feijão borlotti realizado por Teixeira-Guedes, et al., 2019, onde o teor de flavonoides é inferior ao valor de fenólicos, cerca de 40-70% abaixo, sendo o feijão carioca a fonte mais rica. Análises realizadas por Nina, et al. (2023) em variedades crioulas de feijão chileno, constatou que o maior teor de flavonoides encontrado foi de 79,36 mg GAE/100 g de sementes secas, valor que se mantém abaixo de todas as sementes avaliadas no presente artigo, inclusive da variedade FS, que demonstrou ter menor teor de flavonoide (103,37 mg GAE/100 g) dentro das quatro variedades.

De acordo com Behling et al., 2004, a ingestão diária de flavonoide é de cerca de 44 mg para cereais, 79 mg de batatas, 45 mg de grãos e nozes e 162 mg GAE/100g de outros vegetais e ervas sendo a quercertina o mais abundante tipo de flavonoide. Entretanto, ainda não há pesquisas que indique exatidão a quantidade de flavonoides que deva ser ingeridos. Já Wang et al. (2008) analisou 40 acessos em leguminosa e observou que os feijões estudados apresentaram altos níveis de flavonoides, o que pode explicar a incidência dos altos níveis de flavonoides no presente estudo.

### Atividade antioxidante

A variedade Bico de Ouro (BO) apresentou atividade antioxidante muito superior maior, 203,01  $\mu\text{mol trolox/mg}$  (Tabela 1), seguida por Favita (FF), Fogo da Serra (FS) e Feijão Pau (FP), onde estas três variedades não são significativamente diferentes entre si. De acordo com o estudo realizado por Umeda (2017) é possível observar que os valores do feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*), especificamente o feijão preto e carioca se encontram aparentemente próximos, sendo 74,10  $\mu\text{mol trolox/mg}$  para carioca e 80,53  $\mu\text{mol trolox/mg}$  para feijão preto, valores estes que diferem dos resultados encontrados na pesquisa atual. Vale salientar que ambos os estudos não

chegaram aos valores esperados de EC50, sendo necessário o uso do equivalente a Trolox.

Jac Bento et al. (2021) teve como objetivo analisar a atividade antioxidante de cinco variedades de feijões coloridos do estado de Goiás (Brasil) em dois momentos distintos: crus e cozidos. Levando em consideração que o presente estudo observou apenas amostras cruas, quatro variedades apresentaram valores de ABTS bem próximos, variando entre 22,18 e 24,73  $\mu\text{mol trolox/mg}$ , porém foi possível observar que os teores diminuíram com o processo de cocção, o autor cita que esse resultado pode ser explicado por conta do efeito térmico e dissolução de polifenol ligado à água.

## Conclusão

Os teores totais de fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante dos feijões de quatro variedades crioulas do Agreste do estado de Pernambuco foram avaliados pela primeira vez. No presente estudo foi possível observar resultados bastante significativos de fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante significantes para a variedade Bico de Ouro, seguido por Feijão Pau, apresentando dados inéditos dentro da literatura. No entanto, os dados contendo feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em geral, são bem escassos, ainda mais se a procura for filtrada pela região Nordeste, por isso fazem-se necessários mais pesquisas para confirmar profundamente as propriedades benéficas desse alimento tradicional cultivado por agricultura familiar de Pernambuco, possibilitando assim promoção da saúde da comunidade, ofertando valor comercial ao produto e auxiliar seu uso no planejamento de políticas públicas voltadas para alimentação. Os resultados do atual estudo favorecem e estimulam o desenvolvimento de pesquisas futuras, abrangendo outras análises.

## Referências

CORZO-RÍOS, LUIS JORGE, et al. **“Effect of Cooking on Nutritional and Non-Nutritional Compounds in Two Species of Phaseolus (P. Vulgaris and P. Coccineus) Cultivated in Mexico”**. International Journal of Gastronomy and Food Science, vol. 20, julho de 2020, p. 100206. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100206>.



BALENSIFER, P. H. M. “Redes territoriais de sementes crioulas: um novo olhar dos serviços de assistência técnica e extensão rural (Ater) em Pernambuco”. **Revista Brasileira de Agroecologia e Sustentabilidade**, julho de 2019. DOI: <https://doi.org/10.52719/bjas.v0i0.2240>.

BARRIGOSI, J. A. F., et al. **Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar**. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2021. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1134359>.

OLIVEIRA, D.M. de.; BASTOS, D.H.M. **Biodisponibilidade de ácidos fenólicos**. Quim Nova, v. 34, n. 6, 1051-6, 2011.

FAO, organizador. **Transforming Food Systems for Food Security, Improved Nutrition and Affordabel Healthy Diets for All**. FAO, 2021.

JONES, A.L., “**PHASEOLUS BEAN: Post-harvest Operations**”. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), outubro de 1999.

RODRÍGUEZ, R. M., et al. “**Characterization of Extractable Phenolic Profile of Common Bean Seeds (Phaseolus Vulgaris L.) in a Spanish Diversity Panel**”. Food Research International, vol. 138, dezembro de 2020, p. 109713. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109713>.

ANGELO, P. M., & JORGE, N. (2007). **Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão**. Revista Do Instituto Adolfo Lutz, 66(1), 1–9. <https://doi.org/10.53393/rial.2007.v66.32841>.

BENTO, J. A. C., et al. “**Perfil Químico de Farinhas de Feijão Colorido (Phaseolus Vulgaris L): Mudanças Influenciadas pelo Método de Cozimento**”. Química de Alimentos, vol. 356, setembro de 2021, p. 129718. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129718>.

SILVA, G. S., et al. “**Agricultural Clusters and Poverty in Municipalities in the Northeast Region of Brazil: A Spatial Perspective**”. Journal of Rural Studies, vol. 92, maio de 2022, p. 189–205. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.03.024>.

CLIBAS VIEIRA, TRAZILBO JOSÉ DE PAULA, ALUÍZIO BORÉM. **A cultura do feijão**. 1era. ed. Brasil: Conab, 2018.

FAOSTAT. **Selected indicators provide an overview of key indicators and charts by country**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#country>. Acesso em: 20 nov. 2020.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos V.8**, n. 5. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/infoagro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos?start=10>>

RODRIGUES, R.M.; SOUZA, A. de M.; BEZERRA, EM; PEREIRA, RA; YOKOO, EM.; SICHIERI, R. **Alimentos mais consumidos no Brasil: evolução entre 2008-2009 e 2017-2018**. Revista de Saúde Pública, [S. l.], v. 55, n. Supl.1, pág. 1-10, 2021. DOI: 10.11606/s1518-8787.2021055003406. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/194155>. Acesso em: 26 jun. 2023.

DIA MUNDIAL DAS LEGUMINOSAS. **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**, <http://www.fao.org/world-pulses-day/en/>. Acessado em 26 de junho de 2023.

COMA PLANTAS. **NYC Saúde**. Disponível em: <https://www.nyc.gov/site/doh/about/press/pr2023/nyc-launches-eat-a-whole-lot-more-plants.page#:~:text=The%20E2%80%9CEat%20A%20Inteiro%20Lote%20Mais%20Plantas%20E2%80%9D%20campanha%20fornece%20Novo,receitas%2C%20recursos%20e%20alimentos%20ajuda>. Acessado em 26 de junho de 2023.

QUIÑONES, ANA R. et al. **Diferenças raciais/étnicas no desenvolvimento de multimorbidades e acúmulo de doenças crônicas em adultos de meia-idade**. PloSum, v. 14, n. 6, pág. e0218462, 2019.

VASCONCELOS, T. B. de et al. **Radicais livres e antioxidantes: proteção ou perigo?**. UNOPAR Científica: Ciências Biológicas e da saúde, v. 16, n. 3, p. 213-219, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10133>

UMEDA, W. M. (2017). **Nutritional characterization, antioxidant capacity and bioactive compounds of bean grains (Phaseolus vulgaris L.)**. Repositório Institucional UNESP. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/150161>.

OLIVEIRA, A. P., et al. **“Effect of Cooking on the Bioaccessibility of Essential Elements in Different Varieties of Beans (Phaseolus Vulgaris L.)”**. Journal of Food Composition and Analysis, vol. 67, abril de 2018, p. 135–40. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.01.012>.

HORST, M.A.; LAJOLO, F.M. **Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos**. In: COZZOLINO, S.M.F. (Org.) Biodisponibilidade de nutrientes. 4.ed. Barueri: Manole, 2012.

PIMENTEL, C. V. M. B.; ELIAS, M. F.; PHILIPPI, S. T. **Alimentos e compostos bioativos**. Editora Manole, 2019. E-book. ISBN 9786555761955. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555761955/>. Acesso em: 23 jun. 2023.

SILVA, M.L. C; SILVA COSTA, R.; SANTANA, A. dos S.; et al. **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais**. Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-82, jul./set. 2010.

FOGAÇA, D. N. L.; JÚNIOR, W. R. P.; JÚNIOR, W. O. R.; NUNES, G. S. **Atividade antioxidante e teor de fenólicos de folhas da Terminalia catappa Linn em diferentes estágios de maturação**. Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences, 2013;34(2):257-261 ISSN 1808-4532.

SINGLETON, VL, ORTHOFER, R. E LAMUELA-RAVENTOS, RM (1999) **Análise de fenóis totais e outros substratos de oxidação e antioxidantes por meio do reagente Folin-Ciocalteu**. Methods in Enzymology, 299, 152-178. [http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

DEWANTO, V.; WU, X; ADOM, K.K; LIU, R.H. **Thermal processing enhances the nutritional value og tomates by increasing total antioxidante activity**. Jornal of Agricultural and Food Chemistry, v. 50, n. 10, p. 3010-3014, 2002.

NENADIS, N.; WANG, L.F.;TSIMIDOU,M.ZHANG,H.Y.**Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS+ assay**. Journal of Agricultural and FoodChemistry. v.52,p.4669-4674,2004.

LIMA, V. L. A. G. et al. **Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo (Vigna radiata L.)**. Revista de Nutrição. 2004, v. 17, n. 1 [Acessado 14 Junho 2023], pp. 53-57. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-52732004000100006>>. Epub 29 Abr 2004. ISSN 1678-9865. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732004000100006>.

BASTOLA, KP, GURAGAIN, YN, BHADRRAJU, V., & VADLANI, PV (2017). **Avaliação de padrões e compostos interferentes na determinação de compostos fenólicos pelo método de Folin Ciocalteu para bioprocessamento efetivo de biomassa**. American Journal of Analytical Chemistry, 8(6), 416–431.

KAN, L. J., et al. **“Nutrients, Phytochemicals and Antioxidant Activities of 26 Kidney Bean Cultivars”**. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 108, outubro de 2017, p. 467–77. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.09.007>.

TEIXEIRA-GUEDES, C. I.; OPPOLZER, D.; BARROS, A.; PEREIRA-WILSON, C. **Impacto do método de cocção na composição fenólica e no potencial antioxidante de quatro variedades de Phaseolus vulgaris L. e Glycine max L**. LWT, 2019.

NINA, NÉLIDA, et al. **“Perfil químico e bioatividade de variedades crioulas de feijão chileno (Phaseolus vulgaris L.)”**. Jornal de Alimentos Funcionais, vol 104, maio de 2023, p. 105513.

BEHLING, E. B. et Al. **Flavonoide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas**. Alimentos e Nutrição, v. 15, n. 3, o 285-292, 2004.

WANG, M. L. e cols. **Teor de flavonoides em diferentes sementes de germoplasma de leguminosas quantificado por HPLC**. Recursos genéticos vegetais: Caracterização e Utilização, v. 6, n., pág. 62-69, 2008.

# APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS AFETIVOS PARA AVALIAR A ACEITABILIDADE DE UMA MARCA DE MANTEIGA LOCAL

## APPLICATION OF DIFFERENT AFFECTIVE METHODS TO EVALUATE THE ACCEPTABILITY OF A LOCAL BUTTER BRAND

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.27-42>

**Maria Érica da Silva Tavares**

Bacharelado em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE,  
[mericatavares@hotmail.com](mailto:mericatavares@hotmail.com)

**Fabiana Maria da Silva**

Bacharelado em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE,  
[fabianamariax@gmail.com](mailto:fabianamariax@gmail.com)

**Luciares Costa de Araújo**

Doutora em Biotecnologia Industrial, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE,  
[luciares.araujo@ufape.edu.br](mailto:luciares.araujo@ufape.edu.br)

## Resumo

A manteiga é um produto adquirido frequentemente, seja para sua utilização na preparação de alimentos ou como acompanhamento, é obtida através do creme de leite, podendo assumir diferentes classificações a decorrer do processo pelo qual foi submetida. Para garantir sua qualidade deve atender as exigências de qualidade físico-química, microbiológica e sensorial. Para garantir a aceitação de um produto no mercado, este deve atender as exigências do mercado consumidor, identificar as falhas de um produto, ou aspectos que podem ser melhorados antes do produto ir para o mercado é importante para garantir a satisfação do cliente, maior número de vendas e a fidelização destes. Através dos métodos sensoriais (CATA, JAR, escala hedônica, escala de atitude e intenção de compra) afetivos é possível identificar a visão do cliente acerca do produto, os pontos positivos e os que precisam ser melhorados. Para verificar a aceitação de uma marca de manteiga local, esta foi submetida a diferentes testes de afetividade para um painel não treinado de 66 painelistas, os dados foram tratados na ferramenta Excel do pacote da Microsoft 365 e no software Minitab statistics. O produto apresentou alto índice de aceitabilidade, para a escala hedônica, a média de avaliação foi de 7,848 que apresenta avaliação entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, para a atitude de compra, foi obtido uma média de 7,545 com avaliação entre “Comeria frequentemente” e “Comeria essa manteiga muito frequentemente” e para intenção de compra a média 5,636 corresponde aos extremos de “Compraria frequentemente” e “Compraria muito frequentemente”. Através do CATA foi possível identificar os atributos para cor, sabor e textura que foram percebidos pelos painelistas: uma manteiga de coloração branca amarelada brilhante, não é manchada nem apresenta pontos de coloração distinta, muito saborosa, suave, apresentando sabor de leite e de manteiga de fazenda, não apresenta sabor residual de gordura, acidez ou amargor, apresenta uma textura lisa, macia, cremosa, boa espalhabilidade e derrete na boca. Para a avaliação de cor, sabor e textura pela análise do JAR, todos os atributos receberam avaliação positiva, de modo que a nota que apresenta maior percentual para os três parâmetros estudados 3 corresponde ao nível ideal. Contudo, sugere-se a realização de uma análise de penalidade para verificar quais atributos afetam negativamente a caracterização sensorial do produto e fazem com que a nota atribuída seja inferior à que o produto poderia receber.

**Palavras-Chave:** Check-All-That-Apply; Just-About-Right; análise sensorial.

## Abstract

Butter is a frequently purchased product, either for its use in food preparation or as an accompaniment, it is obtained through the cream, and may assume different classifications during the process by which it was submitted. To ensure the acceptance of a product in the market, it must meet the requirements of the consumer market, identify the flaws of a product, or aspects that can be improved before the product goes to market is important to ensure customer satisfaction, more sales and customer loyalty. Through sensory affective methods (CATA, JAR, hedonic scale, attitude scale, and purchase intention) it is possible to identify the customer's view of the product, the positive points and the ones that need to be improved. To verify the acceptance of a local butter brand, it was submitted to different affectivity tests for a

non-trained panel of 66 panelists. The data was treated in the Excel tool from the microsoft 365 package and in the Minitab statistics software. The product showed a high index of acceptability, for the hedonic scale, the average rating was 7.848, which presents a rating between "I liked it moderately" and "I liked it a lot", for the purchase attitude, it was obtained an average of 7.545 with a rating between "I would eat it often" and "I would eat this butter very often" and for the purchase intention the average 5.636 corresponds to the extremes of "I would buy it often" and "I would buy it very often". Through the CATA it was possible to identify the attributes for color, flavor, and texture that were perceived by the panelists: a bright yellowish white butter, it is not smeared or has distinct coloration spots, very tasty, smooth, presenting a taste of milk and farm butter, no fat aftertaste, acidity or bitterness, it has a smooth, soft, creamy texture, good spreadability, and melts in the mouth. For the evaluation of color, flavor and texture by the JAR analysis, all attributes received a positive evaluation, so that the grade that presents the highest percentage for the three parameters studied 3 corresponds to the ideal level. However, it is suggested that a penalty analysis be performed to verify which attributes negatively affect the sensory characterization of the product and cause the grade given to be lower than what the product could receive.

**Keywords:** Check-All-That-Apply; Just-About-Right; sensory analysis.

## Introdução

A manteiga é definida como um produto gorduroso obtido através do processo de bateção do creme pasteurizado de leite de vaca, com o emprego de tecnologias adequadas. Durante seu processo pode ou não sofrer modificação biológica, sendo permitido a adição de sal e fermentos lácticos. Pela legislação é classificada em manteiga de primeira qualidade ou extra, de acordo com suas características (BRASIL, 1996).

Sua composição é constituída principalmente de gordura, compreendendo em menor quantidade água, proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais lipossolúveis, tornando este um alimento de alto teor calórico e nutricional (SILVA *et al.*, 2021)<sup>1</sup>. É a fonte de gordura mais utilizada na alimentação humana, sendo também, amplamente aplicada na produção de alimentos, por conferir atributos sensoriais mais apreciados, quando comparada com outros tipos de gordura (NARDY *et al.*, 2020).

As indústrias de laticínios adotaram fluxogramas convencionais para obtenção de manteiga com características similares, no entanto, algumas etapas não são padronizadas, ocasionando aspectos físico-químicos desiguais em diferentes países ou regiões (MARTINS *et al.*, 2020). De forma similar ocorre na produção artesanal, não

havendo uniformidade nos produtos, devido à falta de controle nas etapas de fabricação (SILVA *et al.*, 2021)<sup>1</sup>.

Quando relacionada à saúde pública, a manteiga deve apresentar condições higiênico- sanitários seguros e de qualidade, de forma a não oferecer riscos à saúde do consumidor. A utilização de uma matéria-prima de má qualidade, técnicas inadequadas no processamento e armazenamento do produto, ocasionam alterações físico-químicas e contribuem para o desenvolvimento de microrganismos (NARDY *et al.*, 2020).

Um alimento com qualidade sensorial deve estar de acordo com os padrões físicos, químicos e microbiológicos exigidos pela legislação, bem como, precisa estar atrelada à expectativa sensorial e emocional do consumidor. Esses conceitos aplicados aos atributos sensoriais podem divergir da definição de qualidade do ponto de vista industrial, no entanto, torna-se importante para a aceitabilidade do produto (PEREIRA *et al.*, 2021).

A análise sensorial é área do conhecimento que evoca, mede, analisa e interpreta as reações diante das características dos alimentos e materiais por meio da visão, olfato, paladar, tato e audição (SILVA *et al.*, 2021)<sup>2</sup>. O uso dessa ferramenta permite avaliar a aparência, sabor, aroma e textura de um produto, que serão fundamentais para compreender a aceitabilidade de um novo produto (DE KOCK *et al.*, 2020).

As técnicas sensoriais são abrangentes e flexíveis, capazes de fornecer informações sobre as características sensoriais do alimento, de acordo com seus atributos, evidenciando-se como uma das ferramentas mais importantes da avaliação sensorial (NORA, 2021). Possibilitam a identificação das diferenças entre variantes de produtos, condições experimentais e detecção dos fatores que influenciam as respostas do consumidor (YANG *et al.*, 2019).

Os testes sensoriais afetivos avaliam as características de um alimento segundo a opinião do avaliador, que não necessita treinamento prévio, mas que seja um consumidor frequente do produto. Através desses testes é possível identificar os atributos sensoriais e avaliar o nível em que eles se apresentam, sugerindo melhorias e diminuindo as falhas na oferta de um novo produto ao mercado (Tieko Nassu, 2007).

Compreender as atribuições sensoriais de um produto já existente no mercado, possibilita o desenvolvimento de novos produtos ou a execução de adaptações na formulação, embalagem, ou processamento, que melhor atendam às necessidades dos consumidores. Além disso, é permitido estabelecer uma padronização na consistência do produto, comunicar-se com o consumidor e auxiliar as empresas a satisfazerem as demandas do mercado, proporcionando produtos que atendam suas expectativas. Diante disso, o objetivo do trabalho foi identificar a aceitabilidade de uma marca de manteiga comercializada na cidade de Garanhuns-PE, através de diferentes métodos afetivos.

## Referencial teórico

A manteiga é um dos principais derivados do leite, sendo abundante em ácidos graxos. Sua obtenção pode ocorrer tanto de forma artesanal quanto industrial. Um aspecto crítico na preservação da manteiga é a preocupação com a rancidez (POUYAMANESH *et al.*, 2022). Pode ser produzida a partir do leite de diversas espécies animais, como ovinos, caprinos, bubalinos e bovinos. No entanto, o leite de vaca continua sendo a matéria-prima principal (MARTINS *et al.*, 2020).

Uma manteiga de qualidade deve apresentar uma consistência sólida e pastosa, textura lisa, e distribuição uniforme de água em todo o produto. A cor deve ser branca amarelada, sem manchas ou pontos de outras colorações. Seu sabor deve ser suave, aroma delicado, sem rancidez ou odor desagradável. É permitido a adição de corantes naturais e sintéticos para obter a padronização da manteiga (BRASIL, 1996).

As propriedades sensoriais da manteiga, como sabor, aroma, textura, aparência e fatores reológicos, desempenham um papel importante na aceitabilidade do produto pelos consumidores. Essas propriedades são influenciadas por diversos fatores (O'CALLAGHAN *et al.*, 2016). Nos últimos anos, houve um aumento no consumo de manteiga devido ao interesse em suas características e qualidade, que têm sido objeto de extensas pesquisas. Isso ocorre principalmente devido a divulgação dos benefícios associados ao seu consumo (PARMAR *et al.*, 2021).

A escala hedônica é amplamente empregada para medir a aceitabilidade de um alimento, permitindo que os avaliadores expressem sua preferência ou aversão a



amostra analisada em uma escala de 9 pontos, a qual varia de 'desgostei extremamente' a 'gostei extremamente' (CHENG *et al.*, 2022).

Na escala hedônica é avaliado o grau de satisfação ou prazer do consumidor em relação a um determinado estímulo, como produto, alimento, experiência ou serviço. Pode ser aplicada de quatro formas variadas, sendo estas, escala estruturada, escala mista, escala não estruturada e escala facial (MACEDO *et al.*, 2021) as quais são empregadas de acordo com o público-alvo ou objetivo do trabalho.

A escala de atitude ou intenção de compra, refere-se a um teste onde será investigado o interesse do indivíduo em adquirir ou comprar o que lhe é ofertado. Essa ferramenta possibilita a percepção das diferenças em relação à aceitação por fatores econômicos, como preço, marca comercial, aspectos culturais e regiões e poder aquisitivo do avaliador (PEREIRA *et al.*, 2021).

As escalas mais empregadas são as verbais variando entre 5 e 7 pontos, sendo necessário entre 50 e 100 avaliadores. A intenção de compra é balanceada com termos para expressar as reações dos avaliadores, as quais vão de 'provavelmente compraria' a 'provavelmente não compraria'. Seus resultados são interpretados com base na frequência das respostas, sendo aceito, para percentual maior de 70% para descrições positivas (NORA, 2021).

A técnica *Check-All-That-Apply* (CATA) é um método amplamente utilizado para coletar descrições sensoriais baseadas em palavras dos consumidores (MAHIEU *et al.*, 2020). Após receberem a amostra, os consumidores são apresentados a um questionário de múltipla escolha, no qual são solicitados a selecionar as palavras ou frases que melhor descrevem a sua experiência sensorial de forma adequada (CHENG *et al.*, 2022).

Os termos incluídos na lista podem ser gerados por um painel de avaliadores treinados ou por um grupo de consumidores durante o teste do produto. Os argumentos utilizados podem abranger uma variedade de aspectos, como atributos sensoriais, respostas hedônicas, respostas emocionais, intenções de compra, aplicações potenciais, posicionamento do produto, ou outros termos que os avaliadores possam relacionar ao produto (DE ALCANTARA *et al.*, 2018).

A escala do ideal (*Just-About-Right Scale* ou JAR) é um dos testes mais utilizados na obtenção de dados sobre a percepção dos consumidores, possibilitando

identificar a quantidade ideal de certo componente que será adicionado a um produto alimentício. Tem por finalidade avaliar a intensidade ideal de uma característica específica. Deve ter entre 50 e 100 avaliadores, e seus termos vão entre 'muito fraco' a 'muito forte', onde o intermediário é o 'ideal'. São constituídas de 5 pontos, avaliando se há pouco, muito ou quase certo o nível do atributo avaliado. (ARES *et al.*, 2014; NORA, 2021).

## Metodologia

As análises foram realizadas no laboratório de Análise sensorial, localizado no laboratório Multiusuários de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LACTAL), na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), no período entre setembro e outubro de 2022.

## Material

Para a realização desse trabalho foi utilizada uma manteiga produzida de forma artesanal e comercializada na região, a qual foi adquirida por doação do fabricante.

A amostra foi recebida e acondicionada no laboratório de análise sensorial em temperatura de refrigeração entre 1 e 4°C. Para a realização dos testes, o produto foi servido em bandejas descartáveis individuais, o produto estava a temperatura ambiente em copinhos de acrílico de 10 mL (codificados com números aleatórios de três dígitos) com espátula e acompanhava uma torrada integral e um copo de água. Os avaliadores foram instruídos a avaliar apenas a manteiga inicialmente e depois avaliar com o uso da torrada.

## Métodos

### Recrutamento dos painelistas

O recrutamento teve como objetivo reunir os estudantes e servidores da UFAPE, desse modo a divulgação ocorreu de forma digital os grupos do WhatsApp e redes sociais como Instagram, bem como por meio de anúncios dispostos nos murais dos prédios de graduação, prédios administrativos, entre outros setores da universidade.

Foram utilizados 66 painelistas não treinados, os quais receberam e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o questionário contendo as análises afetivas.

### **Teste de aceitação por escala hedônica, atitude e intenção de compra**

A escala hedônica e a escala de atitude dispõem de 9 pontos estruturados (“9- adorei e 1-detestei”; “9- Comería sempre que tivesse oportunidade e 1-Só comería se fosse forçado(a)”, respectivamente) e a intenção de compra de 7 pontos em que “7- Compraria sempre” e “1-Nunca compraria”.

### **Questionário Check-all-that-apply (CATA)**

A seleção dos atributos a serem avaliados partiu de duas etapas: A primeira consistiu em uma busca tradicional na literatura por artigos que discutiam sobre a qualidade sensorial de diferentes tipos de manteiga. Após reunir esses dados, a metodologia *free listing* foi executada em que 4 painelistas previamente treinados para análise sensorial de produtos lácteos analisaram previamente o produto e descreveram todos os aspectos identificados ao provar a amostra.

O questionário CATA foi composto por 29 atributos obtidos através da metodologia *free listing*, que caracterizam o produto quanto a cor(cor branca amarelada, manchada, pontos de coloração, cor artificial, opaca, brilhosa e translúcida), sabor(sabor estranho, sabor artificial, sabor de leite, ácida, amarga, ranço, sem sabor de manteiga, manteiga de fazenda, saborosa, salgada, manteiga industrial, residual de gordura, sabor suave e sabor característico) e textura(fácil de espalhar, derrete na boca, consistência sólida, textura lisa, textura uniforme, pontos de água, macia e cremosa), em que o avaliador marca todos os itens percebidos durante a avaliação sensorial, sem quantidade mínima ou máxima.

### **Análise Just About Right (JAR)**

Nesse teste os 3 atributos: cor, sabor e textura foram avaliados sob a escala JAR que avalia a intensidade ideal de cada parâmetro em uma escala de 5 pontos ancorada pelos extremos em que a esquerda é “abaixo do ideal” e a direita corresponde a “acima do ideal”.

## Avaliação estatística

A tabulação dos dados foi realizada no software Excel que faz parte da assinatura da Microsoft office 365, versão 2306 e em seguida foi realizado o estudo de estatística descritiva para a escala hedônica, de atitude e a intenção de compra no software Minitab Statistical, versão 21.2, bem como para a avaliação de frequência dos dados do JAR.

## Resultados e discussão

O resultado da análise sensorial da manteiga pode ser visualizado através da tabela 1, sabendo que a escala hedônica é uma ferramenta que permite capturar a percepção subjetiva de prazer ou desprazer em relação a um estímulo ou um produto, proporcionando *insights* sobre as preferências e satisfação dos indivíduos, apresentando um ponto na escala que melhor representa sua experiência (CHENG *et al.*, 2022). É perceptível que a manteiga avaliada apresentou ótima aceitação por parte dos avaliadores, para a escala hedônica, a média de avaliação foi de 7,848 que apresenta avaliação entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, a menor avaliação (gráfico 1) foi de nota 4, que equivale a “desgostei ligeiramente”.

**Tabela 1:** Análise estatística para a escala hedônica, de atitude e intenção de compra.

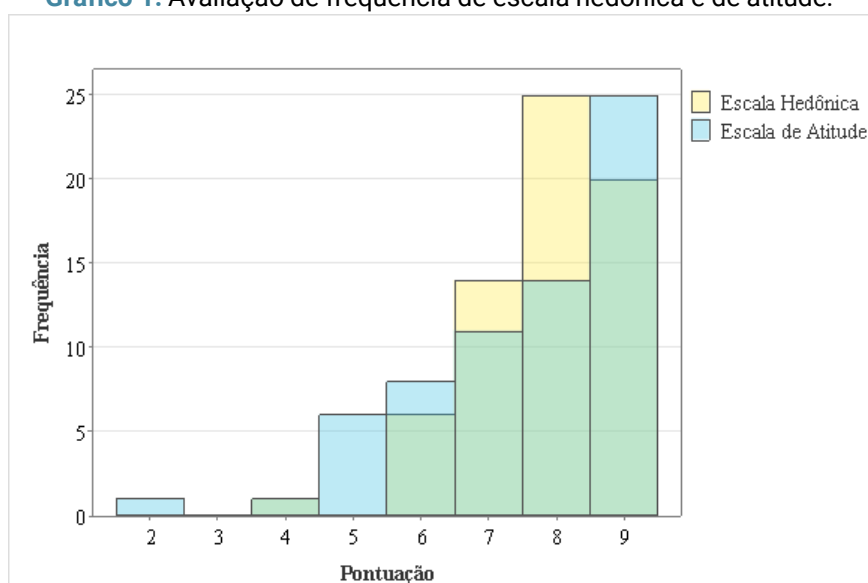
Variável	Média	EP Média	DP	Variância	CoefVar	Med	Amp
Escala de Atitude	7,545	0,193	1,571	2,467	20,82	8	7
Escala Hedônica	7,848	0,13	1,056	1,115	13,45	8	5
Intenção de Compra	5,636	0,176	1,432	2,05	25,4	6	6

**Legenda:** Erro padrão da média (EP Média); Desvio Padrão (DP); Mediana (Med) e Amplitude (AMP).

**Fonte:** própria (2023).

A escala de atitude, permite que os participantes expressem sua opinião e preferências sobre um produto específico, indicando seu nível de concordância ou discordância em relação ao produto ou uma característica deste, neste estudo, foi obtido uma média de 7,545 (tabela 1) com avaliação entre “Comeria frequentemente” e “Comeria essa manteiga muito frequentemente”, com uma amplitude de 7 ponto dentre os 9 disponíveis, sendo sua menor nota de avaliação igual a 2 “Só comeria se não pudesse escolher outro alimento”, conforme apresentado no gráfico 1.

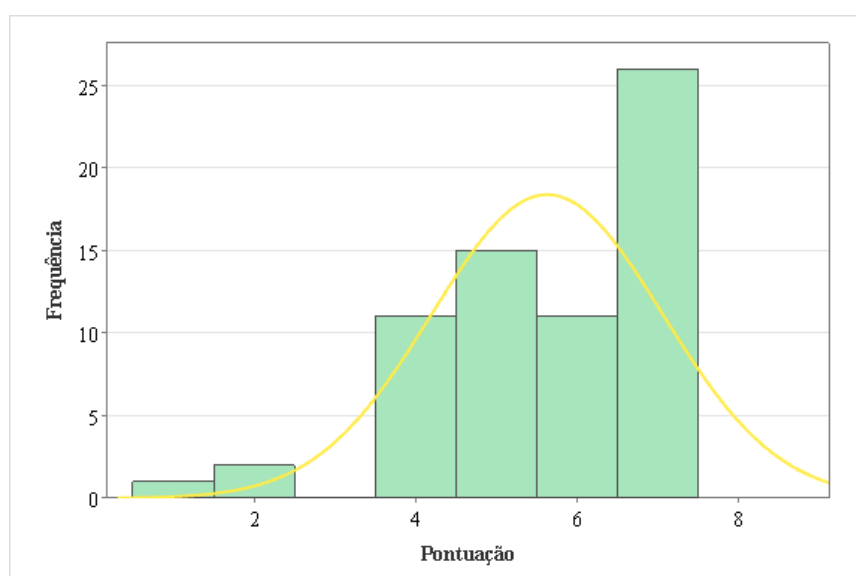
**Gráfico 1:** Avaliação de frequência de escala hedônica e de atitude.



Fonte: própria (2023).

Para a intenção de compra (gráfico 2), a média 5,636 corresponde aos extremos de “Compraria frequentemente” e “Compraria muito frequentemente”, a amplitude de 6 pontos, sendo 7 a nota máxima permitida, apresenta que a avaliação mínima foi de 1 ponto “Nunca compraria”. Contudo, a frequência de avaliação para esse ponto apresenta um valor muito inferior as demais avaliações, frequência inferior a 5.

**Gráfico 2:** Avaliação de Frequência de análise de Intenção de Compra.



Fonte: própria (2023).

### Check-All-That-Aply (CATA)

O resultado de avaliação sensorial da manteiga para os 26 atributos dentre os 29 apresentados na ficha de avaliação do *check all that apply* estão expressos no gráfico 3, os 3 atributos foram desclassificados por não apresentar marcação, ou seja, não foram identificados na amostra pelos 66 avaliadores, são eles: “Manchada” e “pontos de coloração” para a cor e “amarga” para o sabor. A eliminação desses três pontos é positiva, pois são atributos que trariam penalidade a avaliação do produto.

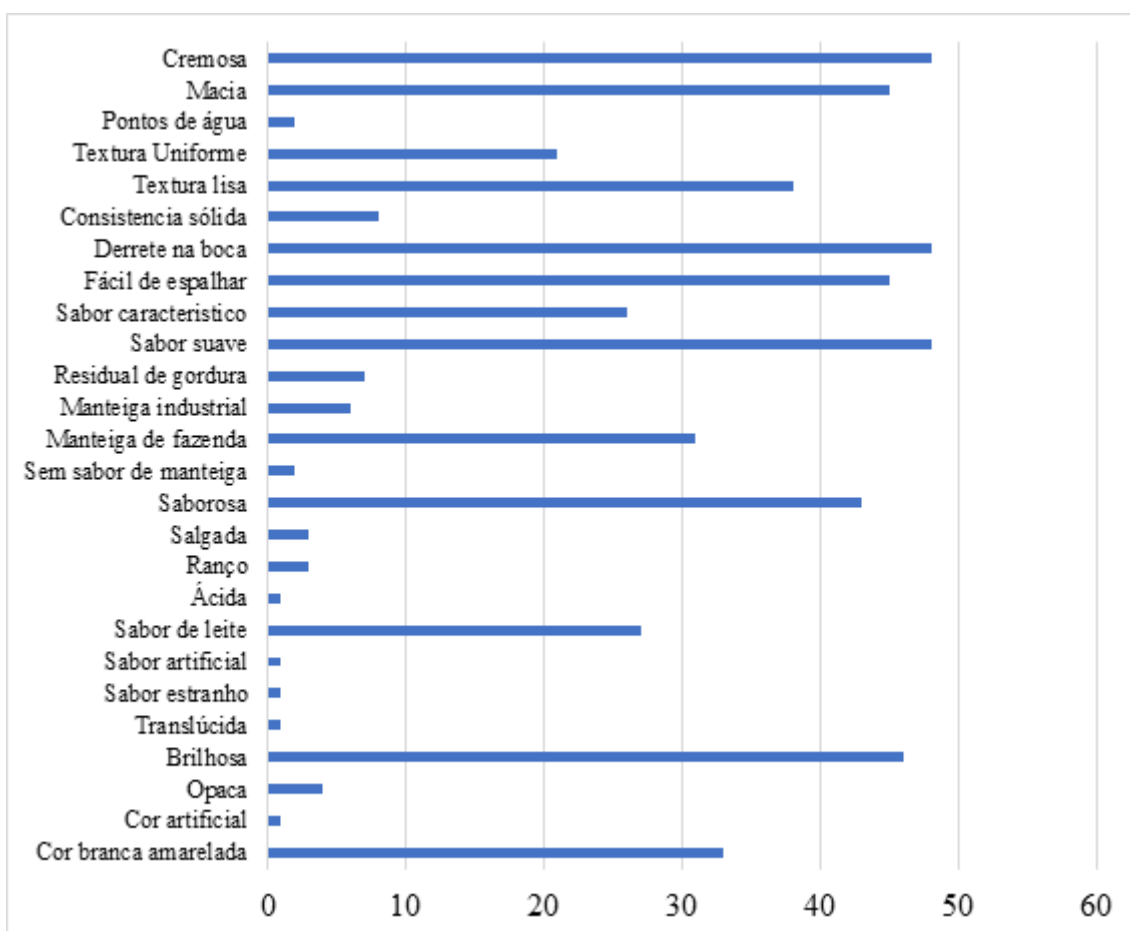
Enquanto isso, para a cor os pontos de destaque foram “cor branca amarelada” e “brilhosa” com uma frequência de avaliação de 33 e 46 respostas respectivamente (gráfico 3). A cor da manteiga pode estar associada ao percentual de gordura, a alimentação animal ou a adição de corantes. No estudo de três tipos de queijos com diferentes teores de gordura, foi observado que com a redução de gordura, a cor se tornou menos intensa (Martins & da Silva, 2018). Os pontos “cor artificial”, “opaca” e “translúcida” obtiveram um número de respostas não significantes em relação aos demais atributos para o aspecto cor.

Dentre os 13 pontos disponíveis para sabor, os que apresentaram maior frequência de respostas foram “sabor de leite”, “saborosa”, “manteiga de fazenda” e “sabor suave” com 27, 43,31 e 48 respostas respectivamente (gráfico 3). Em contrapartida “sabor ácido”, “ranço”, “residual de gordura” e “sabor estranho” receberam valor mínimo de avaliação, apresentando-se de forma não significativa para a avaliação do produto, por se tratar de aspectos que afetam negativamente sua aceitação, sua ausência é vantajosa. O sabor de leite da manteiga está relacionado a matéria prima utilizada: leite e a presença de ácido láctico. O sabor de fazenda pode estar relacionado a memórias afetivas, na análise sensorial esta memória sensorial pode ocorrer através dos sentidos de visão, olfato, tato, entre outros. É comum que pessoas que cresceram em áreas rurais ou tiveram experiências significativas em fazendas guardem memórias sensoriais vívidas relacionadas a esse contexto, a memória sensorial é atrelada a vivência de cada pessoa (MOURÃO JUNIOR; FARIA, 2015).

Dentre os oito pontos disponíveis para avaliar a textura do produto (gráfico 3), os pontos “fácil de espalhar”, “derrete na boca”, “textura lisa”, “macia” e “cremosa” apresentam frequência de avaliação de 45, 48, 38, 45 e 48 pontos respectivamente.

Estes atributos são considerados positivos para o produto em estudo. A maciez e a espalhabilidade (correspondente ao atributo fácil de espalhar) da manteiga são governadas pelo equilíbrio entre as fases líquida e cristalizada da gordura. O aumento da quantidade de gordura líquida na emulsão resulta em um produto mais macio e espalhável (“Implicações da espalhabilidade para produtos lácteos e panificação,” [s.d.]).

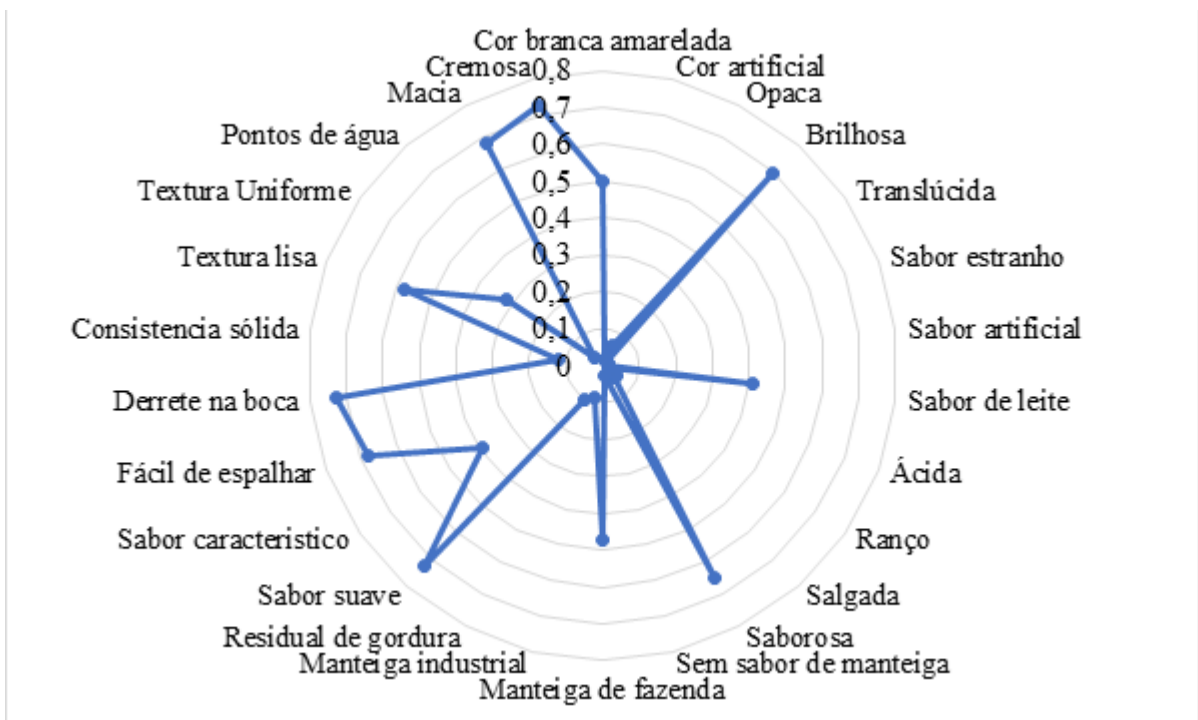
**Gráfico 3:** Atributos da manteiga pelo método CATA.



Fonte: própria (2023).

Através do gráfico 4 é possível identificar as características sensoriais atribuídas pelos avaliadores da manteiga estudada: uma manteiga de coloração branca amarelada brilhante, não é manchada nem apresenta pontos de coloração distinta, muito saborosa, suave, apresentando sabor de leite e de manteiga de fazenda, não apresenta sabor residual de gordura, acidez ou amargor, apresenta uma textura lisa, macia, cremosa, boa espalhabilidade e derrete na boca.

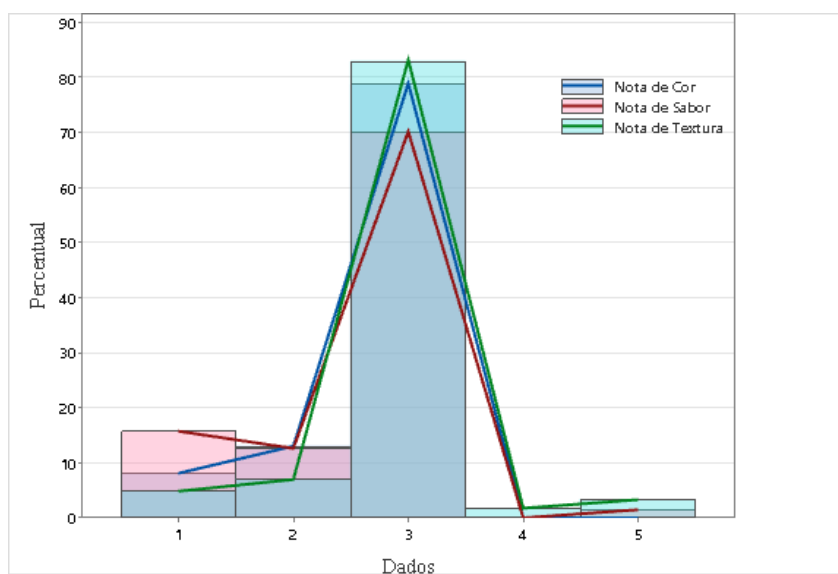
**Gráfico 4:** Aspectos observados para a manteiga pelo método CATA.



Fonte: própria (2023).

Para a avaliação de cor, sabor e textura pela análise do JAR, todos os atributos receberam avaliação positiva, de modo que a nota que apresenta maior percentual para os três parâmetros estudados 3 corresponde ao nível ideal. Através do gráfico 5 é possível verificar que mesmo todos apresentando um maior percentual para a nota 3, a textura apresentou destaque em relação a cor e o sabor do produto avaliado.

**Gráfico 5:** Avaliação dos atributos cor, sabor e textura pela análise JAR.



**Legenda:** 1- abaixo do ideal; 2- intermediário abaixo do ideal, 3- ideal; 4- intermediário acima do ideal; 5- acima do ideal.

Fonte: própria (2023).



Ao realizar uma análise mais detalhada de cada atributo (gráfico 5), verificamos que para a cor não foi obtido nenhuma avaliação acima do ideal (um percentual abaixo de 10% para “abaixo do ideal” e “intermediário abaixo do ideal”), o que corresponde bem com os dados obtidos através da análise CATA que obteve uma resposta de coloração branca amarelada, para o sabor, alguns avaliadores atribuíram nota (percentual entre 0 e 20%) para o sabor entre “abaixo do ideal” e “ideal”, relacionando bem a avaliação de sabor suave, para a textura, um percentual abaixo de 10% para o intervalo de textura (“abaixo do ideal” e “ideal”) e (“ideal” e “acima do ideal”), e um percentual acima de 80% para textura ideal.

## Conclusões

Para o produto avaliado, manteiga artesanal regional, os atributos de cor, sabor e textura apresentaram-se como ideais, além da avaliação positiva para a escala JAR, foi possível identificar que características se apresentam como positivas para cada um desses atributos (cor: branca amarelada e brilhosa; sabor: sabor de leite, manteiga de fazenda e suave; textura: fácil de espalhar, derrete na boca, textura lisa, macia e cremosa), que refletem de forma direta na avaliação geral do produto quanto a escala hedônica, de atitude e a intenção de compra, sendo um produto que apresenta avaliação com ótimo percentual de aceitação “gostei muito”, “comeria frequentemente” e “compraria muito frequentemente”, respectivamente. Contudo, sugere-se a realização de uma análise de penalidade para verificar quais atributos afetam negativamente a caracterização sensorial do produto e fazem com que a nota atribuída seja inferior à que o produto poderia receber.

Através da aplicação de diferentes métodos afetivos para avaliação do produto, é possível compreender como o consumidor “enxerga” o produto, quais características são valorizadas e os pontos que necessitam de maior atenção, com esse tipo de conhecimento, torna-se mais fácil utilizar as diversas ferramentas e sistemas do marketing para aumentar o número de vendas e melhorar o processo de fidelização de clientes.

## Referências

ARES, G. et al. Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking

and directions for product reformulation. **Food Quality and Preference**, v. 32, p. 65–76, mar. 2014.

CHENG, Z. et al. **Sensorial, cultural and volatile properties of milk, dairy powders, yoghurt and butter: A review**. **International Journal of Dairy Technology** John Wiley and Sons Inc, , 1 nov. 2022.

CIENTÍFICO, A. et al. **REVISTA DA MEDICINA VETERINÁRIA DO UNIFESO EDITORA UNIFESO PRINCÍPIOS BÁSICOS DE ANÁLISE SENSORIAL EM ALIMENTOS-REVISÃO DE LITERATURA BASIC PRINCIPLES OF SENSORY ANALYSIS IN FOODS-A REVIEW**. [s.l: s.n.].

DA SILVA, M. N. et al. Nutritional quality of commercial butters. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, 2021.

DE ALCANTARA, M.; DE GRANDI CASTRO FREITAS-SÁ, D. Rapid and versatile sensory descriptive methods - An updating of sensory science. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

DE KOCK, H. L.; MAGANO, N. N. **Sensory tools for the development of gluten-free bakery foods**. **Journal of Cereal Science** Academic Press, , 1 jul. 2020.

FIORENTINI, M.; KINCHLA, A. J.; NOLDEN, A. A. **Role of sensory evaluation in consumer acceptance of plant-based meat analogs and meat extenders: a scoping review**. **Foods** MDPI AG, , 1 set. 2020.

**Implicações da espalhabilidade para produtos lácteos e panificação**. Disponível em:

<<https://extralab.com.br/blog/implicacoes-da-espalhabilidade-para-produtos-lacteos-e-panificacao/>&gt;. Acesso em: 7 jul. 2023.

MAHIEU, B. et al. Free-comment outperformed check-all-that-apply in the sensory characterisation of wines with consumers at home. **Food Quality and Preference**, v. 84, 1 set. 2020.

MARTINS, L. S. A. et al. Elaboração e avaliação físico-química e sensorial da manteiga de leite e da manteiga clarificada produzidas a partir do leite de vacas Girolando. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 1, n. 48, p. 62, 3 mar. 2020.

MARTINS, L. DE S. A.; DA SILVA, M. A. P. **PERFIL FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL DE DERIVADOS LÁCTEOS COM DIFERENTES TEORES DE GORDURA**. [s.l: s.n.].

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; FARIA, N. C.. **Memória. Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 28, n. 4, p. 780–788, out. 2015.

NARDY, J. F. et al. Physicochemical evaluation of different brands of butter with salt marketed in the city of Botucatu - São Paulo. **Revista Brasileira de Higiene e**

**Sanidade Animal**, v. 14,  
n. 3, 2020.

NORA, F. M. D. **Análise Sensorial Clássica: Fundamentos e Métodos**. [s.l.] Mérida Publishers, 2021.

O'CALLAGHAN, T. F. et al. Quality characteristics, chemical composition, and sensory properties of butter from cows on pasture versus indoor feeding systems. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 12, p. 9441–9460, 1 dez. 2016.

ORTEGA-HERAS, M. et al. Application of the Just-About-Right Scales in the Development of New Healthy Whole-Wheat Muffins by the Addition of a Product Obtained from White and Red Grape Pomace. **Foods**, v. 8, n. 9, 1 set. 2019.

PARMAR, P. et al. Development and evaluation of a processing sector model for butter manufacture using a mass balance technique at two dairy processing sites. **International Journal of Dairy Technology**, v. 74, n. 1, p. 192–201, 1 fev. 2021.

PEREIRA, A. M. et al. **Descomplicando a Análise Sensorial: Grãos e Derivados**. [s.l.] Mérida Publishers, 2021.

POUYAMANESH, M. et al. Packaging based on Ag-Low Density Polyethylene for shelf-life extension of pasteurized and traditional butters at refrigerated temperature. **Food Science and Technology (Brazil)**, v. 42, 2022.

**Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga**. Disponível em:

<<http://www.agais.com/normas/leite/manteiga.htm>>. Acesso em: 7 jul. 2023.

SILVA, P. A. et al. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA, SENSORIAL E DA ROTULAGEM DE MANTEIGA DE GARRAFA COMERCIALIZADA EM ARACAJU – SE. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 3, p. 138–150, 21 jun. 2021.

TIEKO NASSU, R. **Análise sensorial de carne: conceitos e recomendações**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.brastag.com.br/>>.

YANG, J.; LEE, J. **Application of sensory descriptive analysis and consumer studies to investigate traditional and authentic foods: A review**. **FoodsMDPI** Multidisciplinary Digital Publishing Institute, , 1 fev. 2019.

# **AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE BORRAS DE CAFÉS ESPECIAIS ORGÂNICAS E NÃO ORGÂNICAS EXTRAÍDAS EM FILTRO KOAR**

## **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS BORRAS DE CAFÉ ESPECIALES ORGÁNICOS Y NO ORGÁNICOS EXTRAÍDOS CON FILTRO KOAR**

### **EVALUATION OF THE PHYCOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ORGANIC AND NON-ORGANIC SPECIALTY COFFEE GROUNDS EXTRACTED WITH KOAR FILTER**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.43-58>

**Marisa Oliveira dos Santos**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [marisamilckchst35@gmail.com](mailto:marisamilckchst35@gmail.com)

**Maria Vitória Lima Costa Donato**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [vitoriadonato57@gmail.com](mailto:vitoriadonato57@gmail.com)

**Wallysson Wagner Vilela Santos**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [wallysson70@gmail.com](mailto:wallysson70@gmail.com)

**Gustavo Henrique Daniel Santos Silva**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [gd0440@gmail.com](mailto:gd0440@gmail.com)

**Suzana Pedroza da Silva**

Doutora em Engenharia Química, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [suzana.pedroza@ufape.edu.br](mailto:suzana.pedroza@ufape.edu.br)

## Resumo

A borra do café é um resíduo sólido composto por uma combinação de grãos moídos, óleos essenciais, compostos solúveis e insolúveis que não foram completamente extraídos durante a infusão da bebida e, categorizada em dois tipos diferentes: orgânica e não-orgânica. Quando descartada de maneira inadequada, a borra de café pode contribuir para poluição do meio ambiente, entretanto, pode ser utilizada de várias maneiras, seja elas: promovendo a reciclagem de nutrientes, promovendo a melhoria do solo, agindo como repelente para pragas, utilização na indústria cosmética, matéria-prima para produção de biodiesel, causando impactos socioeconômicos e ambientais positivos. O objetivo do presente estudo foi caracterizar física e físico-quimicamente as borras de café orgânicas e não-orgânicas cedidas por uma cafeteria da cidade de Garanhuns, Pernambuco, assim como seus benefícios, males e importância para futuros estudos em áreas diferentes da agroindústria. Foram realizadas análises físico-químicas nas borras, incluindo umidade, cinzas, lipídios, proteínas, atividade de água, pH, condutividade, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, cor, açúcares redutores e cafeína. Os resultados mostraram diferenças significativas entre as borras orgânicas e não-orgânicas em relação aos diversos parâmetros. Concluindo-se, que através da metodologia e análises empregadas, foi possível relacionar os resultados obtidos para borras de café orgânicas e não orgânicas, onde os parâmetros de umidade, atividade de água, pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais e cor apresentaram diferença significativa., apresentando semelhanças em relação à quantidade de compostos inorgânicos, teores lipídico e proteico, acidez, açúcares e cafeína. Sendo importante investir em pesquisa e inovação sobre os resíduos gerados no processamento pós-colheita e no pós-extração da bebida café, a fim de que os produtores, baristas e consumidores de café tornem-se mais informados e definam a forma mais sustentável, viável e eficiente deste subproduto.

**palavras-chave:** análises físico-químicas; borra de café; borras orgânicas; borras não-orgânicas; reutilização de resíduos.

## Resumen

La borra de café es un residuo sólido compuesto por una combinación de granos molidos, aceites esenciales, compuestos solubles e insolubles que no fueron completamente extraídos durante la infusión de la bebida, y se clasifica en dos tipos diferentes: orgánico y no orgánico. Cuando se desecha de manera inadecuada, el poso de café puede contribuir a la contaminación del medio ambiente. Sin embargo, se puede utilizar de varias formas, ya sea promoviendo el reciclaje de nutrientes, mejorando el suelo, actuando como repelente de plagas, utilizándolo en la industria cosmética o como materia prima para la producción de biodiesel, generando impactos socioeconómicos y ambientales positivos. El objetivo de este estudio fue caracterizar física y físico-químicamente los posos de café orgánicos y no orgánicos proporcionados por una cafetería de la ciudad de Garanhuns, Pernambuco, así como analizar sus beneficios, daños e importancia para futuras investigaciones en diferentes áreas de la agroindustria. Se realizaron análisis físico-químicos de los posos, incluyendo humedad, cenizas, lípidos, proteínas, actividad del agua, pH, conductividad, acidez total titulable, sólidos solubles totales, color, azúcares

reductores y cafeína. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los posos orgánicos y no orgánicos en relación a varios parámetros. En conclusión, a través de la metodología y los análisis empleados, fue posible relacionar los resultados obtenidos para los posos de café orgánicos y no orgánicos, donde los parámetros de humedad, actividad del agua, pH, conductividad eléctrica, sólidos solubles totales y color presentaron diferencias significativas, mostrando similitudes en cuanto a la cantidad de compuestos inorgánicos, contenido de lípidos y proteínas, acidez, azúcares y cafeína. Es importante invertir en investigación e innovación sobre los residuos generados en el procesamiento poscosecha y posextracción del café, con el fin de que los productores, baristas y consumidores de café estén más informados sobre este subproducto y determinen la forma más sostenible, viable y eficiente de gestionar este residuo.

**palabras clave:** análisis físico-químico; borra de café; borras orgánicas; borras no-orgánicas; reutilización de residuos.

## Abstract

Coffee grounds are a solid residue composed of a combination of ground beans, essential oils, soluble and insoluble compounds that were not completely extracted during the brewing process. They are categorized into two different types: organic and non-organic. When improperly disposed of, coffee grounds can contribute to environmental pollution. However, they can be used in various ways, such as promoting nutrient recycling, improving soil quality, acting as pest repellents, being used in the cosmetic industry, or serving as raw material for biodiesel production, leading to positive socio-economic and environmental impacts. The objective of this study was to characterize the physical and physicochemical properties of organic and non-organic coffee grounds provided by a coffee shop in Garanhuns, Pernambuco, as well as to analyze their benefits, drawbacks, and importance for future studies in different areas of the agro-industry. Physicochemical analyses were conducted on the coffee grounds, including moisture content, ash, lipids, proteins, water activity, pH, conductivity, total titratable acidity, total soluble solids, color, reducing sugars, and caffeine. The results showed significant differences between organic and non-organic coffee grounds in relation to various parameters. In conclusion, through the methodology and analyses employed, it was possible to relate the results obtained for organic and non-organic coffee grounds, where parameters such as moisture content, water activity, pH, electrical conductivity, total soluble solids, and color exhibited significant differences, while similarities were observed in terms of inorganic compound content, lipid and protein levels, acidity, sugars, and caffeine. It is important to invest in research and innovation regarding the waste generated in post-harvest processing and post-extraction of coffee, in order to inform producers, baristas, and coffee consumers about this byproduct and determine the most sustainable, viable, and efficient approach for managing this waste.

**Keywords:** coffee grounds; organic coffee grounds; non-organic coffee grounds; waste reuse; physicochemical analyses.

## Introdução

A borra do café, resíduo sólido gerado no preparo da bebida ou na produção industrial de café solúvel apresenta um grande potencial de reuso devido à possibilidade de aplicação dos seus constituintes em diferentes processos (CARDOSO, 2013). O café, por sua vez, é uma bebida popular extraída dos grãos torrados do cafeeiro que além de ser apreciado por seu sabor único, contém diversas substâncias bioativas, entre elas a cafeína e os antioxidantes, que trazem benefícios à saúde e são de interesse científico (SOUSA, 2017). O uso da borra de café é considerado um recurso valioso em setores como a agricultura, onde é utilizado como fertilizante natural e repelente de insetos para as plantas (FERREIRA, 2011).

Além de ser objeto de pesquisa para aplicações na indústria alimentícia, cosmética e outras áreas, é ainda utilizado como material para a produção de bioplásticos (Dognini et al., 2020). Segundo a ABIC (2021), o Brasil é considerado um grande exportador, consumidor e produtor de café, a nível mundial. Este fato está associado a grande produção de resíduos dentro de sua cadeia produtiva. De acordo com Mussatto et al. (2011a) para a obtenção de 1 kg de café solúvel, são formados 2 kg de borra úmida.

A borra de café é rica em nutrientes, nitrogênio, carbono e matéria orgânica, além de ser isenta de bactérias, contém ácidos suficientes para ajudar a fortalecer o solo, tornando-se uma excelente escolha de substrato. A sua utilização é uma forma de aproveitamento de resíduos que muitas vezes são mal aproveitados e descartados de forma incorreta, causando danos à fauna e flora, contribuindo para com a sustentabilidade do planeta e sendo promissora no setor científico (BOMFIM, 2022).

Logo, o presente estudo teve como objetivo caracterizar física e físico-quimicamente as borras de café de manejo agrônomico orgânico e não orgânico, tipo arábica e, comparar estatisticamente os resultados obtidos para fins sustentáveis de uso doméstico ou agroindustrial.

## Referencial teórico

A agroindústria é o setor que combina a agricultura com a indústria, a fim de transformar e agregar valor aos produtos agrícolas, tornando-se essencial para garantir a segurança alimentar, gerar empregos e impulsionar o desenvolvimento

econômico. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (2013), o setor agroindustrial representa cerca de 30% do PIB mundial, sendo uma importante fonte de renda para pequenos agricultores e comunidades rurais em muitos países.

No entanto, é evidente que a agroindústria gera resíduos em várias etapas do processo de produção, incluindo resíduos sólidos que podem ser de natureza orgânica ou química e têm o potencial de impactar negativamente o meio ambiente e a saúde pública. A associação entre agricultura e sustentabilidade, estando atreladas a preservação ambiental e a melhoria de qualidade de vida, exige um gerenciamento cuidadoso, visto que existem atividades agrícolas insustentáveis que agridem o meio ambiente, a qualidade da água, do solo, do ar e à saúde humana (TRINH et al., 2019).

Segundo Alves et al. (2017), os subprodutos provenientes do processamento do café incluem os derivados do processamento da colheita, da torrefação e do consumo de café (dentre eles, encontram-se a casca, a mucilagem, a polpa e a borra de café), podendo serem reutilizados para aumentar a viabilidade econômica da produção. Esses resíduos, caso não sejam descartados corretamente, contribuem para a poluição da fauna e flora, além da emissão de gases de efeito estufa e práticas agrícolas inadequadas, afetando a sustentabilidade socioambiental das regiões produtoras de café (BINI, 2018).

Diante disso, várias medidas estão sendo adotadas para combater o impacto socioambiental da agroindústria cafeeira, como a compostagem dos resíduos de café para a produção de fertilizantes orgânicos sendo uma estratégia promissora (HORTA, 2021), onde a busca por soluções tecnológicas desempenha um papel importante para tornar o agroprocessamento de café mais sustentável.

Segundo Matos et al. (2020), o café orgânico tem um valor de mercado mais elevado em comparação com o café não orgânico, a crescente demanda por produtos orgânicos, juntamente com a percepção de maior qualidade e sustentabilidade agrega valor nutricional e de mercado ao produto. Por outro lado, o café não orgânico, por ser mais acessível, é amplamente cultivado e comercializado em todo o mundo, contribuindo para a economia de muitos países, gerando mais empregos e aumento de renda nas regiões produtoras (GONÇALVES, 2019).



O cultivo de café orgânico é mais amigável ao meio ambiente porque utiliza práticas agrícolas sustentáveis, ajudando a preservar o solo, a diversidade de plantas e animais, e a qualidade da água (MATOS et al., 2017). Além disso, o café orgânico não contém resíduos de agroquímicos, reduzindo a exposição a substâncias tóxicas durante o consumo, o que pode contribuir para a saúde do coração e proteção contra certas doenças (MARCOMINI et al., 2022).

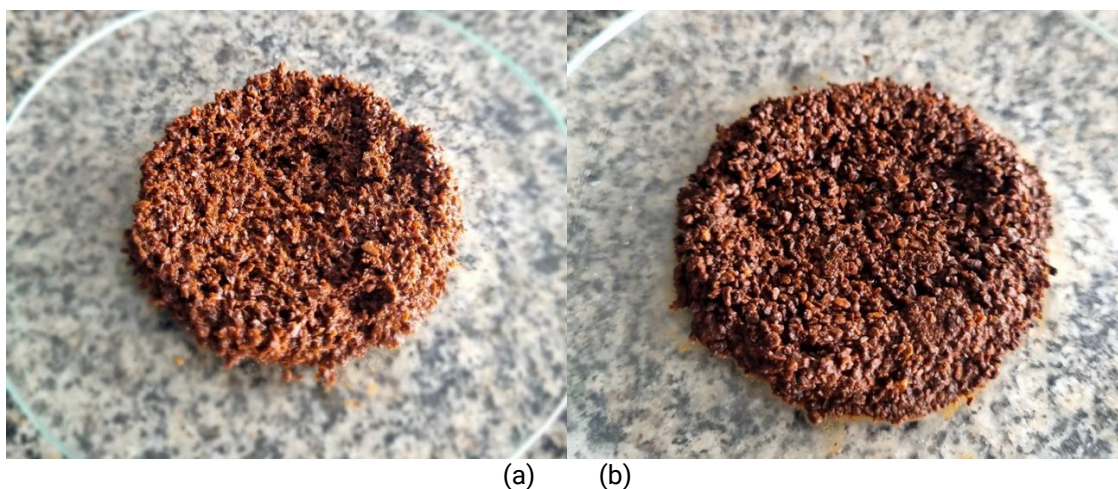
O café é uma das bebidas mais populares em todo o mundo, mas seu consumo em larga escala tem levantado preocupações sobre seu impacto ambiental, principalmente devido à geração de grandes quantidades de resíduos (TAVARES, 2018). Em Evangelista et al. (2019) destacam o aumento significativo do consumo de café na Europa, o que resultou em desafios relacionados à gestão adequada dos resíduos de produção e embalagens descartadas.

Ao comparar o consumo de café orgânico e não orgânico, Gonçalves (2022) identificou diferenças nos parâmetros químicos dos grãos de café sugerindo que o café orgânico pode ter um perfil nutricional mais favorável. Ramos (2022) ressaltaram que o café orgânico contribui para a preservação da diversidade agrícola, a segurança alimentar e é uma opção mais sustentável em comparação ao café convencional.

É importante destacar a importância da implementação de práticas de economia circular na indústria do café. Conforme enfatizado por Silva (2022), a adoção de estratégias circulares pode ajudar a reduzir a geração de resíduos e promover a sustentabilidade em todas as etapas da cadeia de produção, desde o cultivo até o consumo final.

A borra de café (Figura 01) é o principal subproduto do preparo do café obtido após a extração com água quente ou vapor, consiste em um resíduo sólido marrom-escuro de alta umidade, rica em compostos bioativos, sendo obtida no preparo doméstico da bebida, em residências, cafeterias e restaurantes e, no preparo industrial do café solúvel, havendo um grande interesse na busca de usos para agregar valor (ALVES et al., 2017).

**Figura 01:** Borrás de café obtidas pelo manejo orgânico (a) e não orgânico (b).



Fonte: própria (2023).

Por ser rica em nutrientes e matéria orgânica contribui para o fortalecimento do solo, e ser livre de bactérias; se torna uma excelente opção de substrato para cogumelos (LOURENÇO, 2022). Quando a borra de café é descartada em grandes quantidades ou de forma inadequada, pode-se causar problemas de poluição no solo e na água, devido à presença de compostos orgânicos e cafeína na borra, que podem ser liberados durante o descarte inadequado e sua utilização adequada maximizando seus benefícios e minimizando seus impactos negativos no meio ambiente (CAMPOS, 2020).

## Metodologia

A pesquisa realizada caracteriza-se como do tipo quantitativa. As borras de café, orgânica e não orgânica, utilizadas foram cedidas por uma cafeteria de cafés especiais da cidade de Garanhuns, Pernambuco, “Coffeeciência”. As borras foram provenientes de cafés especiais (acima de 80 pontos) sob condição de torra média com moagem com 32 Mesh (0,5 mm) e 4 minutos para o tempo de extração, por método de extração por filtro Koar.

Na caracterização físico-química, foram realizadas as seguintes análises: umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, atividade de água, pH, condutividade, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, cor, açúcares redutores e cafeína, seguindo as metodologias do do Instituto Adolfo Lutz (2008), Quast e Aquino (2004), Bradford (1976). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para o tratamento dos dados obtidos nas análises físicas foi utilizado o software R e RStudio, sendo considerada a diferença estatisticamente significativa quando  $p \leq 0,05$  de acordo com a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey.

## Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos em relação aos parâmetros avaliados para a caracterização físico-química das borras obtidas de cafés orgânicos e não orgânicos.

O parâmetro umidade apresentou diferença estatística entre as amostras, onde a borra não-orgânica apresentou maior resultado (53,26%), levando a considerar que borras provenientes de cafés não orgânicos contém maior percentual de água, em comparação com a borra orgânica. Cruz et al. (2015) apresenta este parâmetro como um excesso de água não ligada decorrente do processo de extração do café e também como a pequena quantidade ligada na microestrutura das partículas sólidas da borra, variando de acordo com o método de extração utilizado, a origem e o tipo do grão.

**Tabela 01:** Parâmetros avaliados para caracterização físico-química das borras obtidas por cafés orgânicos e não- orgânicos.

Parâmetros	Borra Orgânica	Borra Não-Orgânica	Coefficiente de Variação (%)
Umidade (%)	30,36±0,96 <sup>b</sup>	53,26±2,43 <sup>a</sup>	4,41
Cinzas (%)	16,24±5,97 <sup>a</sup>	12,40±6,27 <sup>a</sup>	42,76
Lipídeos (%)	30,19±0,84 <sup>a</sup>	25,33±3,29 <sup>a</sup>	8,74
Proteínas (g/L)	0,33±0,01 <sup>a</sup>	0,27±0,05 <sup>a</sup>	13,07
Aw	0,99±0,00 <sup>a</sup>	0,95±0,00 <sup>b</sup>	0,19
pH	5,34±0,10 <sup>a</sup>	5,04±0,02 <sup>b</sup>	1,34
Cond.( $\mu\text{s.cm}^{-1}$ )	349,90±0,53 <sup>b</sup>	669,53±0,25 <sup>a</sup>	0,08
ATT(%)	1,29±0,14 <sup>a</sup>	1,49±0,14 <sup>a</sup>	8,45
SST (%)	1,00±0,10 <sup>a</sup>	0,33±0,06 <sup>b</sup>	12,25
$\Delta E$	11,89±1,09 <sup>b</sup>	50,26±2,08 <sup>a</sup>	5,34
AR (g/L)	1,76±0,16 <sup>a</sup>	1,70±0,02 <sup>a</sup>	6,55
Cafeína (mg/100mL)	0,18±0,10 <sup>a</sup>	0,05±0,00 <sup>a</sup>	59,33

Resultados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, onde os que estão na mesma linha seguidos por diferentes letras (a, b) são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Proteínas: expresso em gramas por litro;  $A_w$ : Atividade de água; Cond.: Condutividade elétrica; ATT:

Acidez Total Titulável; SST: Sólidos Solúveis Totais; ΔE: valor total na diferença de cor; A.R.: Açúcares Redutores: expresso em gramas por litro; Cafeína: expresso em miligramas de cafeína por 100 mL de clorofórmio.

Fonte: própria (2023).

O parâmetro de cinzas não apresentou diferença estatística entre as amostras, levando a afirmação de que os dois tipos de borra possuem quantidades semelhantes de resíduos inorgânicos. Assim como nos grãos de café, este parâmetro está associado à quantidade de compostos inorgânicos residuais, como nutrientes e sais minerais, remanescentes na amostra após o processo de extração da bebida (TEIXEIRA et al., 2017) e a qualidade dos cafés especiais comercializados pela cafeteria.

Para o teor de lipídeos, não houve diferença estatística entre as amostras, indicando que as borras, independente do tipo de beneficiamento, possuem altas concentrações lipídicas. Segundo Dias (2020), a formação da borra pode ocorrer em diferentes condições durante o preparo da bebida, levando a diferentes concentrações e distribuições de lipídeos. Com isso, a quantidade lipídica presente nas borras de café está diretamente relacionada ao teor de umidade e ao método e o tempo de extração da bebida café (PICHAJ; KRIT, 2015).

Para o teor de proteínas, as amostras não diferiram significativamente, indicando que ambas as amostras apresentaram concentração proteica similar. Campos-Vega et al. (2015) apresenta que após a extração da bebida uma parcela proteica fica retida na borra e permanece insolúvel devido a desnaturação e associação das mesmas a polissacarídeos formados no processo de torrefação do grão. Segundo Reis (2022), o manejo adotado para colheita de grãos de café também influencia na quantidade de compostos proteicos presentes na bebida café e, conseqüentemente, na borra.

O parâmetro atividade de água apresentou diferença significativa entre as amostras, embora as amostras apresentaram resultados similares, a borra não orgânica apresentou maior resultado (0,99 Aw). Este fato indica que as amostras encontram-se na faixa de atividade de água onde o crescimento microbiológico é máximo (FENEMA, 2010), sendo justificado pela capacidade de retenção de água que este resíduo apresenta.

O parâmetro de pH apresentou diferença estatística entre as amostras, onde a borra orgânica apresentou maior resultado (5,34), indicando que esta apresenta tendência à menor acidez em comparação a não orgânica. Este parâmetro é influenciado pela composição química dos grãos, assim como o processamento e a operação de torrefação (ALSAAD et al., 2021).

O parâmetro condutividade apresentou diferença estatística significativa, onde borra não-orgânica apresentou maior resultado ( $669,53 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), indicando maior presença de íons nesta amostra após o processo de extração, sendo associados a presença de diferentes compostos em cada tipo de borra de café (MONTEIRO, 2022).

Para o teor de acidez total titulável (ATT), não houve diferença estatística entre as borras, indicando que ambas apresentam o mesmo teor de acidez, devido a similaridade de compostos inorgânicos ácidos que ficaram retidos após o processo de extração (VIEIRA, 2021). Além disso, é possível observar uma relação proporcional entre este parâmetro e o pH, onde o aumento do pH na borra orgânica (5,34), levou a uma diminuição de sua acidez total titulável (1,29%).

O parâmetro sólido solúveis totais (SST) apresentou diferença estatística dentre as amostras, onde a borra orgânica teve maiores resultados (1,00%), indicando maior concentração de sólidos solúveis totais. Esse fator indica que a borra orgânica teve maior capacidade de se dissolver em uma determinada quantidade de água durante o processo de extração (BOLIGON, 2015).

Para o parâmetro de cor, observou-se que as amostras diferiram estatisticamente, onde a borra não-orgânica obteve um valor de variação total de cor ( $\Delta E$ ) maior (50,26), indicando que esta apresenta coloração mais escura que a borra orgânica. Este fato justifica-se através do tipo do café e processo de torrefação, visto que borras não-orgânicas em sua maioria são provenientes de cafés submetidos a temperaturas mais elevadas que influenciam na Reação de Maillard, tendendo a ficar com aspecto de cor mais escura (CARNEIRO, 2021).

Para o teor de açúcares redutores, as amostras não diferiram estatisticamente, demonstrando que ambas possuem a mesma concentração de glicose e frutose em sua composição. Santos et al. (2017) apresenta que a concentração de açúcares em borras de café está diretamente relacionada ao método de extração utilizado e ao tempo de preparo da bebida café.

O parâmetro cafeína não apresentou diferença estatística entre as amostras, indicando que ambas as cascas possuem quantidades similares. Por ser uma molécula muito solúvel em água quente, após o processo de extração da bebida, a quantidade remanescente na borra é muito baixa levando a mesma similaridade em relação a quantificação (CUNHA, 2018).

A reutilização da borra de café é de suma importância para redução do desperdício, promovendo a sustentabilidade e redução do impacto ambiental, apresentando uma abordagem mais consciente em relação ao reaproveitamento de resíduos gerados pelo café (MARQUET et al., 2020). Santos et al. (2021) apresentam sua utilização como adubo para plantas, por conter compostos essenciais ao solo, como o nitrogênio, potássio e fósforo. Pode, também, ser usada como repelente natural contra pragas, a fim de afastar insetos indesejados em plantas (FERREIRA, 2011); como esfoliante natural para pele, atuando na remoção de células mortas (BERTOI, 2022); e na produção de biodiesel a partir da extração do seu óleo (SILVA, 2020).

## Conclusões

Através da metodologia empregada foi possível relacionar os resultados obtidos para borras de café orgânicas e não orgânicas, onde os parâmetros de umidade, atividade de água, pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais e cor apresentaram diferença significativa. A partir disso é possível afirmar que borras provenientes de cafés não-orgânicos são caracterizadas por sua maior retenção de água, maior potencial de condutividade elétrica, e coloração mais escura. Enquanto que, as borras orgânicas têm como características um maior teor de sólidos solúveis totais e maior atividade de água. Apresentando ainda, quantidades semelhantes em relação à quantidade de compostos inorgânicos, teores lipídico e proteico, acidez, açúcares e cafeína.

Diante disso, demonstra-se a importância do investimento contínuo em pesquisa e inovação sobre resíduos gerados no processamento pós-colheita e pós extração da bebida café, para que os produtores, baristas e consumidores de café consigam definir, de forma viável e eficiente, o melhor direcionamento e

gerenciamento sustentável do referente subproduto, seja na agroindústria ou em residências.

## Agradecimentos

Agradecimentos a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco - FACEPE, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ, a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE e a Cafeteria “Coffeeciência”.

## Referências

ALVES, R.C.; RODRIGUES, F.; NUNES, M.A.; VINHA, A.F.; OLIVEIRA, M.B.P.P. State of the art in coffee processing by-products. *In: GALANAKIS, C.M. Handbook of Coffee Processing By-Products*. Academic Press, Elsevier, v.1, p.1-26. 2017.

ALSAAD, A.A.; MOON, W.; RENDLEMAN, C.M. International Trade in Specialty Agricultural Products: Demand for Organic Green Coffee - A Case Study. *Indian Journal of Ecology*, v.48, n.13, p.249-253. 2021..

BERTOI, J.M. Reaproveitamento do resíduo do café em pó para formulação de um sabonete esfoliante em barra. 58 p. **TCC** (Graduação em Engenharia Química). Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Campus Bagé. Bagé-RS, 2022.

BINI, D.A. A dimensão econômica da sustentabilidade socioambiental na agropecuária brasileira. **Tese** (Doutorado em Economia Aplicada). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo - USP. Piracicaba-SP, 2017.

BOLIGON, J. Produção e caracterização de carvão ativado a partir da borra de café solúvel. 79 f. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Londrina-PR, 2015.

BOMFIM, R.O. Prospecção tecnológica do aproveitamento de resíduos do processamento de café na indústria de beleza e saúde. **TCC** (Graduação em Química Industrial). Escola de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro - RJ, 2022.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. 1976.

CAMPOS, T.S. Análise de isotermas de adsorção da cafeína em diferentes adsorventes e dimensionamento de um pré-projeto de uma unidade de adsorção. 53f. **TCC** (Bacharel em Química Tecnológica). Universidade de Brasília - UNB.

Brasília-DF, 2020.

CAMPOS-VEGA, R.; LOARCA-PIÑA, G.; VERGARA-CASTAÑEDA, H.A.; OOMAH, B.D. Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. **Trends in Food Science & Technology**, v.45, n.1, p.24-36. 2015.

CARDOSO, B. T. Caracterização química e estudo da secagem da borra de café espresso. 2013. 76p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Processos). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos - PPGEP. Universidade Tiradentes - UNIT. Aracaju - SE. 2013.

CARNEIRO, C.M. Processo produtivo do café: torrefação e qualidade. 37 f. **TCC** (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2021.

CRUZ, F.J.G.; PERAGÓN, F.C.; PELÁEZ, P.J.C.; CARNICERO, J.M.P. A vital stage in the large-scale production of biofuels from spent coffee grounds: The drying kinetics. **Fuel Processing Technology**, v.130, p.188–196. 2015.

CUNHA, L.M. Análise comparativa das metodologias para análise da cafeína. 2018. **TCC** (Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos). - Faculdade de Tecnologia de Campinas. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula de Souza. Campinas-SP, 2018.

DIAS, M.E.S. Digestão anaeróbia de efluente de liquefação hidrotérmica de borra de café. **Dissertação** (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo-USP. São Carlos-SP, 2020.

DOGNINI, D.; SILVA, E.B.; TIGRE, I.J.S.; MACHADO, A.T.P.; KNOP, A.F.; ARDILES, L.G.; LIMA, S.; DIAS, A.N. Síntese de Bioplástico Utilizando a Celulose Extraída da Borra de Café. **Anais**. Semana de Formação Acadêmica e Científica e Cultural e Humanística e... (FACCHU - IFC Campus Brusque), v. 2, n. 1. Brusque-SC, 2020.

EVANGELISTA, B.V.V. BAPTISTA, J.A.A.; NOVAIS, R.A.B.. Estudo das Exportações de Café Brasileiro no Mercado Internacional. **Encontro de Gestão e Tecnologia - EnGeTec**. São Paulo-SP, 2019.

FAO. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade**. Disponível em: <http://www.fao.org.br/daccatb.asp>. Acesso em: 26 de Julho de 2023.

FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERREIRA, A.D. Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Dissertação** (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar). Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança - IPB. Bragança, 2011.



FERREIRA, Anabela Dias. **Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2011. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Bragança (Portugal).

GONÇALVES, J.M. Efeito do manejo convencional e orgânico na qualidade do grão e bebida de café. **Dissertação** (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural). Programa de Pós Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Araras-SP, 2022.

GONÇALVES, M.D.B. Produção e Consumo de Café: Uma análise do custo de oportunidade de produção de cafés especiais e convencionais. 63f. **Dissertação** (Mestrado em Agronegócio). Escola de Economia de São Paulo. Fundação Getulio Vargas. São Paulo - SP, 2018.

HORTA, I.A. Otimização do processo de compostagem de resíduos da torrefação de café. 77p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico químicos para análises de alimentos**. 1020 p. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008.

LOURENÇO, E. C. Caracterização do Substrato Exaurido do Cultivo de *Pleurotus Ostreatus* composto por Borra de Café e Gramíneas e Avaliação do Potencial Bioquímico de Metano. **TCC** (Licenciatura em Química). Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA. Foz do Iguaçu-PR, 2022.

MARCOMINI, G.R. Análise da produção de café orgânico no Brasil através da teoria da ecologia populacional. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v. 21, n. 40, p. 53-68.

MARQUET, R. D. L.; NICHELE, A. G. Reaproveitamento da Borra do Café: possibilidades de vincular a temática ao Ensino de Química. **ScientiaTec**, v. 7, n. 1, 2020. Edição Especial 4º Seminário de Pós-Graduação do IFRS, p: 220-235, Junho 2020.

MATOS, K.F.S., BRAGA, M.J. Direcionadores da produção de café orgânico no Brasil. **Revista de política agrícola**, v. 29, n.2. 2020.

MONTEIRO, T.; RAMOS, T.B.; DAROUICH, H.; OLIVEIRA, A.R.; FARZAMIAN, M.; CASTANHEIRA, N.; PAZ, A.M.; ALEXANDRE, C.; GONÇALVES, M.C. Avaliação do balanço de água e de sais no solo em três culturas permanentes do perímetro de rega do Roxo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 45, n. 4, p. 551-554, 2022.

MUSSATTO, S.I.; MACHADO, E.M.S.; MARTINS, S.; TEIXEIRA, J.A. Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. **Food Bioprocess Technology**, 2011a.

QUAST, L. B.; AQUINO, A. D. oxidação dos lipídios em café arábica (*Coffea arabica* L.) e café robusta (*Coffea canephora* P.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.22, n.2, p.325-336. Curitiba, 2004.

PICHAJ, E. S. Otimização da razão sólido-solvente e tempo para extração de óleo de borras de café usando metodologia de superfície de resposta. **ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 10 , p.7049–7052. 2015.

RAMOS, G.S.A. Os efeitos do tipo de produto e de sinalizações sustentáveis das embalagens na qualidade percebida e disposição a pagar dos consumidores de café. 78f. **TCC** (Bacharelado em Administração). Universidade de Brasília - UNB. Brasília-DF, 2022.

REIS, W.J.V. Análise do teor de minerais de grão verde, torrado, borra e bebida de cafés cultivados em sistema orgânico e organomineral. **TCC** (Graduação em Engenharia Agrônômica). Centro de Ciências Agrárias - CCA. Universidade Federal de São Carlos- UFSCar. Araras-SP, 2022.

SANTOS, A.A.; DEOTI, J.R.; MÜLLER, G.; DÁRIO, M.G.; STAMBUK, B.U.; ALVES, S.L. Dosagem de açúcares redutores com o reativo DNS em microplaca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

SANTOS, E. S. P. M. D., FERREIRA, G. I., SILVA, J. M. N., SANTOS, J. E. N. D., & FERRARI, R. F. D. O. Adubo Orgânico-ADUB-X. **TCC** (Curso Técnico em Administração). Escola Técnica Professor Massuyuki Kawano-ETEC. Centro Paula Souza. Quintana- SP 2021.

SILVA, E.R. Produção de biodiesel a partir do óleo extraído da borra do café pela rota supercrítica. 41f. **TCC** (Graduação em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN. Natal-RN, 2020.

SILVA, L.V.; ANDRADE, L.C.S.; ANDRADE, M.E.M. Estudo dos Resíduos Gerados no Segmento de Café e o Uso Potencial como Co-produtos. **14º Jornada Científica e Tecnológica e 11º Simpósio de Pós-Graduação do IFSuldeMinas**, v. 14, n. 1, 2022.

SOUSA, F.A. Avaliação de polifenóis e atividade antioxidante do Café arábica (*Coffea arabica*). 43 f. **TCC** (Graduação em Agronomia). Instituto de Desenvolvimento Rural. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira. Redenção-CE, 2017.

TAVARES, M.P.F. Avaliação das diferentes formas de preparo da bebida de café sob a ótica ambiental. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro de Tecnologia de Embalagem - CETEA. Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL. Campinas- SP, 2018.

TEIXEIRA, O.R., PASSOS, F.R., MENDES, F.Q. Qualidade físico-química e microscópica de 14 marcas comerciais de café torrado e moído. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 396 –

403. Lavras- MG, 2017.

TRINH, L.T.K; HU, A.H; LAN, Y.C.; CHEN, Z.H. Comparative life cycle assessment for conventional and organic coffee cultivation in Vietnam. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v.17, p.1037-10324, 2020.

VIEIRA, K. Síntese e caracterização de um compósito polimérico biodegradável utilizando poli(ácido láctico) e borra de café. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia e Ciências Mecânicas). Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC. Campus Joinville. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas. Joinville-SC, 2021.

**AVALIAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA EM CASCAS DE  
CAFÉ ORGÂNICO TIPO ARÁBICA**

**EVALUACIÓN FÍSICA Y FISICOQUÍMICA EN CÁSCARAS  
DE CAFÉ ARÁBICA ORGÁNICO**

**PHYSICAL AND PHYSICOCHEMICAL EVALUATION IN  
ORGANIC ARABICA COFFEE HUSKS**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.59-75>

**Maria Érica da Silva Tavares**

Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFAPÉ, [mericatavares@hotmail.com](mailto:mericatavares@hotmail.com)

**Elisandra Rabêlo da Silva**

Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFAPÉ, [rabeloelisandra1@gmail.com](mailto:rabeloelisandra1@gmail.com)

**Samanta Rayelly de Souza Silva**

Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFAPÉ, [samantarayelly@gmail.com](mailto:samantarayelly@gmail.com)

**Weverton Siqueira Mota Silva**

Graduando em Engenharia de Alimentos, UFAPÉ, [wevertonsiqueira54@gmail.com](mailto:wevertonsiqueira54@gmail.com)

**Suzana Pedroza da Silva**

Professora Adjunta no curso de engenharia de alimentos, UFAPÉ, [suzana.pedroza@ufape.edu.br](mailto:suzana.pedroza@ufape.edu.br)

## Resumo

O café é a segunda bebida mais consumida no mundo, sendo este produto de grande importância para economia brasileira. Durante seu processamento o principal subproduto gerado são as cascas de café, as quais são produzidas cerca de 1 kg de casca para cada 1 kg de grão beneficiado. Esse resíduo ainda tem pouca aplicabilidade, gerando problemas ambientais quando descartados indevidamente no meio ambiente, devido a presença de componentes tóxicos. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico e físico-química das cascas de café orgânico especial (*Coffea arabica* L. var *typica*) da região de Taquaritinga do Norte Pernambuco, com o intuito de analisar sua viabilidade para enriquecimento e produção de novos produtos alimentícios. As análises físico-químicas realizadas nas cascas de café de manejo orgânico processada via seca foram: pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis Totais, cor, atividade de água, umidade, cinzas, lipídios, proteínas, açúcares redutores e cafeína. Todas as análises foram realizadas em triplicata. A partir das análises realizadas foram obtidos valores de 5,44 para pH, e de 0,585 para atividade de água, classificando esse resíduo como um material de baixa acidez e quantidade de água livre, sendo esses fatores desfavoráveis para proliferação microbológica. Quanto à composição centesimal, evidenciou-se baixo teor de proteínas (0,48%) e cafeína (não detectado) inviabilizando sua utilização para enriquecimento protéico e produção de alimentos e bebidas estimulantes. No entanto, foram satisfatórios os teores de lipídios (11,08 %) e carboidratos (73,20%), dos quais 19,16% são compostos pela fração dos açúcares redutores, possuindo grande potencial como aditivo ou matéria prima para elaboração de produtos e suplementos alimentares.

**Palavras-Chave:** Cascas de café, Café orgânico, Caracterização físico-química.

## Resumen

El café es la segunda bebida más consumida del mundo, un producto de gran importancia para la economía brasileña. Durante su procesamiento, el principal subproducto generado es la cáscara de café, que produce cerca de 1 kg de cáscara por cada 1 kg de grano procesado. Este residuo aún tiene poca aplicabilidad, generando problemas ambientales cuando es desechado inadecuadamente en el medio ambiente, debido a la presencia de componentes tóxicos. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo la caracterización física y físico-química de la cáscara de café orgánico especial (*Coffea arabica* L. var *typica*) de la región de Taquaritinga do Norte Pernambuco, con el propósito de analizar su viabilidad para enriquecimiento y producción de nuevos productos alimenticios. Los análisis físico-químicos realizados en las cáscaras de café de manejo orgánico procesadas por vía seca fueron: pH, conductividad eléctrica, sólidos solubles totales, color, actividad de agua, humedad, cenizas, lípidos, proteínas, azúcares redutores y cafeína. Todos los análisis se realizaron por triplicado. De los análisis se obtuvieron valores de 5,44 para el pH y 0,585 para la actividad de agua, clasificando este residuo como un material de baja acidez y bajo contenido de agua libre, desfavorables para la proliferación microbológica. En cuanto a la composición centesimal, se evidenció un bajo contenido de proteínas (0,48%) y cafeína (no detectada), lo que hace inviable su uso para el enriquecimiento proteico y la producción de alimentos y bebidas estimulantes. Sin embargo, los contenidos de lípidos (11,08%) y carboidratos (73,20%) fueron

satisfatórios, de los cuales 19,16% están compuestos por la fracción de azúcares reductores, poseyendo gran potencial como aditivo o materia prima para la elaboración de productos y complementos alimenticios.

**Palabras Clave:** Cáscara de café, Café orgánico, Caracterización fisicoquímica.

## Abstract

Coffee is the second most consumed beverage in the world, and this product is of great importance to the Brazilian economy. During its processing, the main byproduct generated is coffee husks, which are produced about 1 kg of husk for every 1 kg of processed bean. This residue still has little applicability, generating environmental problems when improperly disposed of in the environment, due to the presence of toxic components. Therefore, the present work aimed at the physical and physical-chemical characterization of the special organic coffee husks (*Coffea arabica* L. var *typica*) from the region of Taquaritinga do Norte, Pernambuco, in order to analyze its viability for enrichment and production of new food products. The physicochemical analyses performed on the dry processed organic management coffee peels were: pH, electrical conductivity, total soluble solids, color, water activity, humidity, ash, lipids, proteins, reducing sugars and caffeine. All analyses were performed in triplicate. From the analyses, pH values of 5.44 and water activity of 0.585 were obtained, classifying this residue as a material of low acidity and low free water quantity, which are unfavorable for microbiological proliferation. As for the composition, low protein content (0.48%) and caffeine (not detected) were evidenced, making its use unfeasible for protein enrichment and production of stimulant foods and beverages. However, the contents of lipids (11.08%) and carbohydrates (73.20%) were satisfactory, of which 19.16% are composed by the fraction of reducing sugars, possessing great potential as an additive or raw material for the elaboration of products and food supplements.

**Keywords:** Coffee husks, Organic coffee, Physicochemical characterization.

## Introdução

O Brasil é o maior produtor e exportador de café no mundo, ocupando o segundo lugar entre os países mais consumidores da bebida. A cafeicultura brasileira é referência mundial, por ser uma das mais exigentes com as questões sociais e ambientais, além de se preocupar em garantir a produção de um café sustentável (ABIC, 2021).

A agricultura orgânica vem sendo adotada no Brasil como uma forma mais sustentável que o método convencional (SIQUEIRA *et al.*, 2011), sendo seu cultivo feito à base de esterco, adubos verdes, cinzas, termofosfatos, farinha de ossos entre outros (RICCI *et al.*, 2005). No beneficiamento do café orgânico são realizadas atividades sustentáveis em toda sua cadeia de produção, adquirindo benefícios nutricionais e maior valorização ao produto final. O café orgânico é ofertado nas prateleiras dos supermercados, junto aos gourmets e especiais, assim como, está

sendo comercializado para exportação e por grandes torrefadoras de café (DONATO *et al.*, 2021).

No ano de 2022, foram produzidas 50,92 milhões de sacas de 60kg de café, representando um aumento de 6,7% em relação à safra de 2021. A região sudeste do Brasil abrange mais de 50% da produção nacional de café, sendo o *Coffea arabica* e o *Coffea canephora* os mais cultivados no país (EMBRAPA, 2022).

Seus frutos são formados pela casca, polpa, pergaminho e grão. Após colhidos os frutos podem ser beneficiados por duas vias distintas: via seca e via úmida. O método utilizado influenciará na composição química do grão, causando variação no teor de carboidratos, lipídios, proteínas e minerais. Além disso, cada via de beneficiamento gera um resíduo diferente, sendo no processamento por via seca a casca (com a polpa e o pergaminho), enquanto na via úmida são gerados dois resíduos separados, a casca (com a polpa), e o pergaminho (DURÁN *et al.*, 2017).

Cerca de 80% de todo café produzido no Brasil é processado por via seca, gerando aproximadamente 30 milhões de sacas de casca ao ano (GUSMÃO *et al.*, 2014). Durante o beneficiamento do café, a maior parte da produção se torna resíduo, gerando aproximadamente 1 kg de casca para cada 1 kg de grão de café produzido (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Os resíduos produzidos podem ser utilizados como fonte de matéria-prima para a indústria de alimentos, farmacêutica e cosmética, assim como na geração de energia e fertilizantes (DURÁN *et al.*, 2017).

Esses subprodutos gerados contribuem em larga escala para a poluição e problemas ambientais devido seu alto teor de compostos que se tornam tóxicos ao serem descartados indevidamente na natureza, como a cafeína, alcalóides, taninos e polifenóis (FRANCHI *et al.*, 2022). Nesse contexto, torna-se importante avaliar os componentes presentes na casca do café, visando agregar valor a este subproduto tão abundante no país, além de diminuir os impactos ambientais gerados a partir do processamento do café. Assim, como avaliar o teor das substâncias reutilizáveis de alto valor, que podem ser transformadas em produtos comerciais, através de tecnologias adequadas. Diante disso, o objetivo deste estudo foi realizar a caracterização física e físico-química da casca de café orgânico processada via seca para estudo da viabilidade de sua utilização para enriquecimento alimentar e desenvolvimento de novos produtos.

## Referencial teórico

Para revisão de literatura foram utilizados os bancos de dados periódicos CAPES, Google acadêmico, science direct e Scielo dentre os anos de 2010 a 2023. As expressões buscadas foram “organic coffee, arabica coffee, coffee processing, coffee husks, reuse of coffee husks” e posteriormente para dar continuidade a pesquisa, foi feita a realização dos experimentos no Laboratório de Análise de Alimentos, na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

O café teve sua origem na Etiópia, país do continente Africano, sendo o consumo da bebida difundida pelo mundo através dos europeus. Após relatos de efeitos provocados pelo consumo dos frutos in natura, surgiu o interesse pela exploração das diferentes possibilidades de consumo do café. Os árabes dominaram o plantio e preparação do café, realizando a infusão do café e cerejas em água fervente, para fins medicinais. No Séc. XIV iniciou-se o processo de torrefação dos grãos, adquirindo a bebida a forma e gosto popularmente conhecida hoje. A partir de 1450, a tradição de tomar um café em casa ou ambientes coletivos se espalhou pelo mundo (ABIC, 2021).

O café é o segundo produto mais comercializado no mundo, consumido por cerca de um terço da população mundial. O Brasil é o líder mundial na produção e exportação de café, sendo responsável por mais de 35% de toda a produção mundial nos últimos 5 anos. (AMENA *et al.*, 2022). O café pertence ao gênero *Coffea*, sendo *Coffea arabica* (café arábica) e a *Coffea canephora* (café conilon) os mais importantes para a economia (AGNOLETTI *et al.*, 2019). No ano de 2019/2020 a produção mundial de café foi de 168.678 mil sacas de 60 kg de grãos de café. A produção do café arábica representa 60,4% da produção mundial, enquanto o café conilon representa os 39,6% que restam (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

O consumo dos cafés sustentáveis, dentre eles o orgânico, vem ganhando espaço devido a mudança nos hábitos alimentares dos consumidores modernos, que estão cada vez mais preocupados com a qualidade do produto e benefícios à saúde, assim como a preservação do meio ambiente e bem-estar dos trabalhadores envolvidos no seu processo de produção (COTI- ZELATI *et al.*, 2015).

A agricultura orgânica é um sistema de produção não convencional relacionada aos princípios ecológicos e sustentáveis de cultivo da terra (COTI-ZELATI *et al.*, 2015).



No cultivo do café orgânico não são utilizados agrotóxicos e adubos minerais em sua produção, sua adubação é realizada utilizando esterco animal, compostos orgânicos, adubos verdes, farinha de ossos, termofosfatos, entre outras fontes alternativas previstas na legislação vigente. (EMBRAPA, 2011).

No ano de 2021, a área de produção dos cafés no Brasil era de 1,82 milhões de hectares, sendo 80% da área cultivada de café arábica. Minas Gerais ocupa o primeiro lugar no ranking de produção de café no Brasil, abrangendo 54% de toda a área de produção do país. Em segundo, está o Espírito Santo, que corresponde a 22% da área cultivada. Em sequência estão São Paulo, com 11%; Bahia, com 6%; Rondônia, com 3%; e Paraná, com 2%. Os demais estados produtores contemplam os 2% que restam da área total de produção (EMBRAPA, 2021). O fruto maduro de café apresenta, de fora para dentro, a casca, a polpa e o pergaminho, que correspondem respectivamente a epicarpo, mesocarpo e endocarpo. A semente ou o endosperma, é contida no endocarpo sendo ainda envolvida por uma película prateada, chamada de espermoderma. Sendo assim, tem-se que tudo entre a casca e o pergaminho é caracterizado como polpa. Mucilagem ou goma é a parte da polpa (MESQUITA *et al.*, 2016).

O processamento do café pode ocorrer por duas vias distintas: via úmida e via seca. Quando processado por via seca, os principais resíduos gerados são as cascas, compreendendo a polpa seca e o pergaminho (incluindo a casca e a mucilagem). No processamento por via úmida os resíduos são gerados em fases distintas, sendo estes, a polpa úmida (incluindo a casca) e o pergaminho seco (incluindo a mucilagem) (CANGUSSU *et al.*, 2021).

A casca de café é um subproduto do processamento do café, que ao ser descartado indevidamente na natureza pode acarretar em problemas ambientais. Sua aplicação ainda é muito limitada, sendo normalmente utilizada como adubação orgânica nos cafezais, como ração animal e biocompostos (GUSMÃO *et al.*, 2014).

A composição química das cascas e dos grãos do café são diferentes, no entanto seus constituintes são similares. Os percentuais dos constituintes presentes na casca do café variam de acordo com o tipo do café, e as condições de cultivo, como o tipo de solo, o processo e a sua eficiência. Apesar de ser utilizada na ração para alimentação animal, altas quantidade de seus componentes tóxicos aos animais

como a cafeína, taninos e polifenóis, podem tornar esse subproduto um elemento com fatores antinutricionais (BAQUETA *et al.*, 2016).

A casca de café obtida pelo método de via seca, apresenta riqueza de nutrientes e compostos orgânicos em sua composição, além dos componentes como cafeína, taninos e polifenóis já citados anteriormente. Ao realizar uma análise para diferentes literaturas, notou-se que os dados da composição química da casca não são consistentes, apresentando grande variação dos teores de alguns constituintes, enquanto cafeína e lipídios se mantiveram estáveis (BAQUETA *et al.*, 2016).

## Metodologia

As amostras das cascas de café provenientes da produção de café de manejo orgânico tipo arábica típica, processado por via seca de secagem natural, cultivado em torno de 928 metros de altitude, safra 2021/2022, foram coletadas em novembro de 2022 no Sítio Florentina, doadas pela produtora de café Jaqueline, de Taquaritinga do Norte, Agreste Pernambucano.

As análises físico-químicas realizadas nas cascas de café de manejo orgânico processados via seca foram: pH por potenciometria, condutividade elétrica utilizando o condutivímetro, sólidos solúveis totais por refratrometria, cor a partir do colorímetro e escala CIELAB, atividade de água utilizando o Aqualab, umidade por secagem em estufa a 105 °C, cinzas utilizando a mufla a 550 °C, lipídios pelo método soxhlet, proteínas seguindo a metodologia de Braddford, açúcares redutores foi utilizado o método espectrofotométrico com DNSA e cafeína por espectrometria. As análises foram realizadas de acordo com as metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Os teores de carboidratos incluindo fibras foram determinados por diferença, subtraindo de 100 a soma dos valores obtidos de umidade, cinzas, proteínas totais e lipídios totais, conforme metodologia proposta pela ANVISA, RDC nº 360/2003.

As cascas foram moídas e peneiradas em peneiras de 60 mesh, em seguida pesou-se 5 g da amostra, a qual foi transferida para um béquer contendo 50 mL de água destilada. Essa solução foi homogeneizada com o auxílio de um bastão, sendo posteriormente filtrada. As análises de cor, atividade de água, umidade e cinzas foram

realizadas com as cascas inteiras, sem passar pelo processo de moagem ou preparo de solução.

Para tratamento dos dados obtidos nas análises deste trabalho foi utilizado o Microsoft Excel 2016 para cálculo das médias e seus respectivos desvios padrão.

## Resultados e discussão

As análises realizadas tiveram o intuito de caracterizar físico-quimicamente as cascas de café de manejo orgânico especial (*Coffea arabica* L. var *typica*) apresentadas na Figura 01, a fim de determinar e quantificar os componentes presentes na mesma, sendo de grande importância para destinar este subproduto para a utilização adequada. Os resultados obtidos nas análises estão dispostos na Tabela 01.

**Figura 01:** Cascas de café orgânico especial (*Coffea arabica* L. var *typica*) da região de Taquaritinga do Norte Pernambuco processados via seca.



Fonte: própria (2023).

**Tabela 01:** Resultados das análises físico-químicas das cascas de café orgânico especial (*Coffea arabica* L. var *typica*) de Taquaritinga do Norte - PE.

Parâmetro	Média / Desvio Padrão
Umidade (%)	11,12 ± 0,11
Cinzas (%)	4,12 ± 0,28
Proteínas (%)	0,48 ± 0,23
Lipídios (%)	11,08 ± 0,45
Carboidratos* (%)	73,20 ± 0,00
Açúcares (%)	19,16 ± 0,07

Cafeína** (%)	Nd
---------------	----

\*Carboidratos incluindo fibras dos quais  $19,16 \pm 0,07$  são açúcares.

\*\*nd – não detectado.

Fonte: própria (2023).

O valor obtido para a umidade foi de 11,12%, percentual próximo aos encontrados por Soares *et al.* (2015), sendo estes de 9,6% e de 13,1%. Esse percentual evidencia que as cascas de café orgânico especial (*Coffea arabica* L. var *typica*) caracterizam-se como um produto de baixo teor de umidade, uma vez que se obteve um resultado inferior a 14,9%, o qual é utilizado como referência para tal classificação. O teor de umidade das cascas de café pode sofrer alterações de acordo com o beneficiamento utilizado e as condições de armazenamento e transporte. Além disso, esse teor tende a ser mais elevado quando processado por via úmida. De acordo com Câmara *et al.* (2019), a umidade é considerada uma das análises mais importantes no estudo dos alimentos, uma vez que está associada à estabilidade e qualidade da matéria-prima. O alto teor de umidade pode ocasionar uma deterioração mais rápida quando comparada a alimentos com baixa umidade, reduzindo o tempo de vida útil do alimento. Além disso, está relacionada às alterações causadas pela ação de microrganismos e as perdas na qualidade do alimento.

O teor de proteínas obtido foi de 0,48% nas cascas de café, estando muito abaixo do estudo realizado por Durán *et al.* (2017). Segundo os autores, o teor de proteínas presente na casca de café cereja processado via seca varia entre 7 e 9,2%. Essas variações podem ser decorrentes das condições de temperatura ao qual a amostra foi submetida, processamento utilizado e da espécie do café. As proteínas desempenham um papel fundamental nas reações biológicas essenciais para a sobrevivência dos seres vivos, podendo atuar como enzimas, como componentes estruturais das células e dos organismos complexos (FENNEMA, 2010).

O percentual de lipídios obtido na análise foi de 11,08%, sendo superior a faixa proposta por Gouvea *et al.* (2009), o qual evidencia uma variação entre 0,5 e 3,0%. Esse teor de lipídios pode variar de acordo com o método analítico utilizado, com o tipo de solvente, da espécie do café e seu grau de maturação. Os lipídios exercem uma função importante na qualidade dos alimentos, contribuindo com os atributos sensoriais, como textura e sabor, no teor nutricional e na densidade calorífica (FENNEMA, 2010).

Em relação ao teor de cinzas de 4,12%, esse valor se mostrou inferior aos encontrados no estudo realizado por Veiga *et al.* (2017), o qual encontrou um percentual de 7,75%, para as cascas de café de *Coffea arabica* (cultivado na Fazenda Limeira Nepomuceno/MG), obtidos pelo processo de despulpamento de grãos secos. O teor de cinzas sofre alterações de acordo com a composição do grão e de suas frações, o manejo da cultura e dos métodos analíticos utilizados para quantificação. As cinzas são constituídas pelo resíduo inorgânico que permanece no alimento após a combustão da matéria orgânica, sendo estes analisados tanto para fins nutricionais como relacionados à segurança alimentar (MOREIRA *et al.*, 2021).

O teor de carboidratos obtido, incluindo fibras, foi de 73,62%, estando dentro da faixa proposta por autores citados por Cangussu *et al.* (2021), que propõem um teor médio de carboidratos presentes nas cacas de café beneficiados por via seca entre 16 e 85%. Segundo Gouvea *et al.* (2009) altos teores de carboidratos são esperados nesse tipo de resíduo sólido, uma vez que contém polpa e parte externa do fruto. Os carboidratos são a principal fonte de energia humana, constituem a maior parte dos sólidos presentes nos alimentos, sendo os açúcares o grande responsável pelo sabor doce característico (RIBEIRO *et al.*, 2004).

O teor de açúcares redutores foi de 19,16%, o qual difere do citado por Moreira *et al.* (2018), que estabelece em seu estudo um teor de 13,5% para a concentração de açúcares redutores em cascas de café arábica (*Coffea arabica* var L., variedade vermelha Catuaí 99) cultivadas em Minas Gerais. Para o café esses teores de açúcares podem sofrer variação de acordo com a espécie, fração do fruto analisada, tipo de processamento e método utilizado na quantificação. Além disso, de acordo com Fernandes *et al.* (2001), a concentração de açúcares no fruto depende da espécie, do local de cultivo do cafeeiro, do estágio de maturação dos frutos, dentre outros fatores.

Não foram detectados teores de cafeína nas cascas de café orgânico especial, diferenciando-se de alguns estudos já realizados por Durán *et al.* (2017), Franca *et al.* (2009) e Gouvea *et al.* (2009). De acordo com os autores, o teor de cafeína nas cascas de café processados por via seca variaram entre 1 e 1,3%. A cafeína é a principal substância responsável pelo efeito estimulante do café, estando presente também nas cascas em menor quantidade, sendo de aproximadamente 1,3% em relação ao peso seco (Pandey *et al.*, 2000; Franca *et al.*, 2009). A não detecção de cafeína na

amostra analisada provavelmente foi ocasionada por um ou mais fatores responsáveis por causar alterações nos níveis de cafeína presentes em alimentos e bebidas. Segundo estudos já realizados por Frost-Meyer *et al.* (2012), a quantidade de cafeína nos frutos de café varia decorrente da espécie, da fração analisada, se houve processos fermentativos, térmicos ou torrefação, da forma de extração, podendo ainda haver diferentes valores de cafeína até para um mesmo produto, em função da solubilidade da cafeína e do solvente extrator utilizado na análise.

A composição centesimal incluiu a determinação do teor de umidade, proteínas, lipídeos totais, carboidratos totais (açúcares redutores e não redutores), fibra alimentar total e cinzas (TBCA, 2020).

**Tabela 02:** Resultados das análises físico-químicas nas cascas de café de manejo orgânico especial (*Coffea arabica* L. var *typica*).

Parâmetro	Média / Desvio Padrão
Acidez Total Titulável (%)	1,81 ± 0,13
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	1,2 ± 0,00
Atividade de Água	0,585 ± 0,00
pH	5,44 ± 0,02
Condutividade Térmica	1,95 ± 0,01

Fonte: própria (2023).

As amostras apresentaram um valor de 0,585 para a atividade de água (*aw*), sendo possível classificar as cascas de café orgânico especial como uma matéria-prima de baixa quantidade de água livre de acordo com Ribeiro *et al.* (2004), uma vez que o autor atribui essa denominação para alimentos com *aw* menor que 0,60. Com isso, temos que segundo a Embrapa com a *aw* próxima a 0,6, tem-se um pequeno ou nenhum crescimento microbiano. A atividade de água está relacionada à água livre nos alimentos disponível para participar de reações químicas, enzimáticas e microbiológicas, além de está associada às alterações de cor e textura (RIBEIRO *et al.*, 2004).

As cascas de café apresentaram um potencial hidrogeniônico (pH) de baixa acidez, sendo este de 5,44, estando superior ao encontrado por Moreira *et al.* (2018). Para realização de seu estudo, o autor utilizou cascas de café arábica (*Coffea arabica* var L., variedade vermelha Catuaí 99) cultivadas em Minas Gerais, obtendo um pH mais

ácido igual a 4,7. Alimentos com baixa acidez ( $\text{pH} > 4,5$ ), tendem a ser mais propícios ao desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos. A análise de pH é de fundamental importância para os alimentos por está diretamente relacionado com a capacidade de desenvolvimento dos microrganismos, além de interferir na qualidade dos alimentos durante o armazenamento, tratamento térmico, dessecação ou qualquer outro tipo de tratamento utilizado (SILVA, 2000; FIORDA, 2009).

O teor de acidez total titulável encontrado nas cascas de café foi de 1,81%. O teor de acidez presente no alimento indica seu estado de conservação, uma vez que as reações de oxidação e deterioração por bactérias acidófilas aumentam a acidez do produto (CECCHI, 2003), no entanto, ela também pode aumentar o tempo de vida útil do alimento, visto que a diminuição do pH retarda a ação dos microrganismos (GAVA, 2008). A intensidade da acidez varia em função das condições climáticas a quais as cascas foram submetidas durante a colheita e secagem, do local de origem, tipo de processamento utilizado e estágio de maturação dos grãos de café.

O teor de sólidos solúveis totais presente nas cascas e sua respectiva condutividade elétrica, foram 1,2 e de 1,95  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (a 30,3 °C). A condutividade de um alimento varia em função de sua composição, das condições de temperatura, tensões aplicadas e frequência. Além disso, vai estar relacionada com dissociação iônica e seus constituintes, como teor de açúcares, de sólidos (solúveis e insolúveis) e de lipídios, podendo mudar drasticamente a condutividade do produto (LEITE *et al.*, 2017). Sendo assim, o baixo teor de sólidos solúveis influencia diretamente na condutividade elétrica das cascas. Uma vez que, o teor de sólidos solúveis totais contidos nos alimentos é dado pela soma de todos os sólidos dissolvidos na água, entre eles açúcares, sais, proteínas, ácidos, etc. (MORAES, 2006; CAVALCANTI, 2006). Além disso, os sólidos solúveis totais sofrem influência dos fatores genéticos, condições ambientais e do grau de maturação dos frutos.

De acordo com Seibel *et al.* (2022), são utilizados vários sistemas para medição de cor, no entanto, o mais utilizado é o sistema  $L^*a^*b^*$ , que compreende três coordenadas retangulares. O  $L^*$  mede a variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100); o  $a^*$  é uma das coordenadas da cromaticidade, definindo a cor vermelha para valores positivos e a cor verde para valores negativos; e o  $b^*$  é uma das coordenadas de cromaticidade, que define a cor amarela para valores positivos e a

cor azul para valores negativos. Diante disso, ao analisar individualmente as cascas de café, os resultados obtidos pelo colorímetro, tem-se a luminosidade apresentou valor mais próximo ao zero, caracterizando tons escuros para a amostra, o parâmetro b\* denotou maior incidência da cor amarela, enquanto o parâmetro a\* apresentou cor vermelha em maior intensidade (Tabela 03).

**Tabela 03:** Resultados da análise de cor, utilizando o colorímetro.

Parâmetro	Média / Desvio Padrão
L*	10,40 ± 0,28
a*	2,75 ± 0,12
b*	2,00 ± 0,25

L\* = Luminosidade;  
a\* = coordenadas verde/vermelho; b\* = coordenadas azul/amarelo.

Fonte: própria (2023).

## Conclusões

Diante dos resultados obtidos para a caracterização físico-química das cascas de café orgânico especial (*Coffea arabica* L. var *typica*) evidenciou-se que o coproduto se classifica como uma matéria-prima de baixa acidez e baixa quantidade de água livre. Para os parâmetros de cafeína e proteínas, as cascas apresentaram baixa relevância quanto aos seus padrões quantitativos, mostrando-se inviável quanto a utilização para enriquecimento protéico e produção de alimentos e bebidas estimulantes. No entanto, se faz necessário mais estudos relacionados a composição das cascas de café, em diferentes condições de cultivo e processamento. Quanto à composição centesimal os padrões de açúcares redutores e lipídios mostram que as cascas de café possuem grande potencial para utilização como aditivo ou matéria-prima na elaboração de produtos alimentícios, suplementos alimentares, biocombustíveis e substratos fermentativos.

## Agradecimentos

Agradeço a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) e ao Grupo de Pesquisa em Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos pela disposição da estrutura, equipamentos e orientação que cominaram na realização desta pesquisa. Como também ressalto a participação da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia



do estado de Pernambuco (FACEPE) juntamente com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo subsídio financeiro o qual me foi concedido. Por fim, aos produtores do café orgânico artesanal do Sítio Florentina e a todos que compõem o núcleo de produção respaldado minha gratificação.

## Referências

ABIC. **O café brasileiro na atualidade**. Associação brasileira da indústria de café, 2021. Disponível em: <https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/o-cafe-brasileiro-na-atualidade/>. Acesso em: 28 de janeiro de 2023.

AGNOLETTI, B. Z.; OLIVEIRA, E. C. DA S.; PINHEIRO, P. F.; SARAIVA, S.; Discriminação de Café Arábica e Conilon Utilizando Propriedades FísicoQuímicas Aliadas à Quimiometria; **Revista Virtual de Química**, 2019,11(3), 785-805. Disponível em: <<http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v11n3a16.pdf>> Acesso em: 23 de novembro de 2022.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**.

BAQUETA M. R., SILVA J. T. P., CANESIN E. A., GONÇALVES O. H., COQUEIRO A., JUNIOR B. D., LEIMANN F. V. Extração e Caracterização de Compostos do Resíduo Casca de Café. **VII Simpósio de Tecnologia e Engenharia de Alimentos e VI Encontro Paranaense de Engenharia de Alimentos**. UTFPR, Campo Mourão, Paraná, 2016.

BAQUETA, M. R.; SILVA, J. T. DO P.; MOREIRA, T. F. M.; CANESIN, E. A.; GONÇALVES, O. H.; SANTOS, A. R.; COQUEIRO, A.; JUNIOR, B. D.; LEIMANN, F. V. Extração e caracterização de compostos do resíduo vegetal casca de café. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 2, p. 68-89, 2017.

CÂMARA, G. B.; DE OLIVEIRA; T. K. B.; MACEDO, C. DE S.; LEITE, D. D. DE F.; SOARES, T. DA C.; LIMA, A. R. N.; VASCONCELOS, S. H.; SOARES, T. DA C.; BARBOSA, M. L.; TRIGUEIRO, L. S. DE L. Caracterização físico - química, toxicológica e nutricional das folhas da Moringa oleifera Lam secas e *in natura*. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, 2019 Universidade Federal de Itajubá, Brasil Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662202017> DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i11.1450>

CANGUSSU, L.B.; MELO, J.C.; FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S. Caracterização Química das Cascas de Café, um subproduto da Produção de Coffea arabica. **Foods**. 2021, 10, 3125. <https://doi.org/10.3390/foods10123125>

CAVALCANTI, A.L.; OLIVEIRA, K. F.; PAIVA, P. S.; DIAS, M. V. R.; COSTA, S. K. P.; VIEIRA, F. F. Determinação dos sólidos solúveis totais (°Brix) e pH em bebidas lácteas e sucos de frutas industrializados. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr.** v.6, n.1, p.57-64. 2006.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas, São Paulo: Editora da UNICAMP, 2003. 207.

COTI-ZELATI, P. E.; MOORI, R. G. O papel da Colaboração no desempenho da Gestão da Cadeia de Suprimentos: um estudo sobre o café orgânico. **Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras**, v. 17, n. 2, p. 195-208, ago. 2015.

DONATO, M. V. L. C.; SANTOS, W. W. V.; MEDEIROS, A. L. T.; SILVA, S. P. (2021). Desafios da produção de café orgânico: certificação, mercado e sustentabilidade. In: **Congresso Internacional da Agroindústria.** CIAGRO 2021. Recife-PE.

DURÁN, C.A.A.; TSUKUI, A.; SANTOS, F.K.F.; MARTINEZ, S.T.; BIZZO, H.R.; REZENDE, C.M. Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. **Revista Virtual de Química**, Niterói/RJ, v. 9, n. 1, pp. 107–134, 2017. DOI: 10.21577/1984-6835.20170010.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Química de Alimentos de Fennema – 4ª ed. - Editora Artmed, 2010.

FIORDA, F.A.; SIQUEIRA, M. I. D. Avaliação do pH e atividade de água em produtos cárneos, Estudos, Goiânia, v. 36, n. 5/6, p. 817-826, maio/jun. 2009.

FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S. Coffee processing solid wastes: Current uses and future perspectives. In Agricultural Wastes; Ashworth, G.S., Azevedo, P., Eds.; **Nova Science Publishers Inc.:** New York, NY, USA, 2009; pp. 155–189.

FROST-MEYER, N. J.; LOGOMARSINO, J. V. Impact of coffee components on inflammatory markers : A review. **Journal of Functional Foods**, v. 4, n. 4, p. 819–830, 2012.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B. D.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações.** São Paulo: Editora Nobel, 2008. 512.

GOUVEA, B.M.; TORRES, C.; FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L. S.; OLIVEIRA, E. S. Feasibility of ethanol production from coffee husks. **Biotechnol Lett.** 31, 1315–1319 (2009). <https://doi.org/10.1007/s10529-009-0023-4>

GUSMÃO, R. DE O.; FERRAZ, L. M.; RÊGO, A. P. B.; DE ASSIS, F. G. DO V.; LEAL, P. L. Produção de enzimas por *Aspergillus* spp. sob fermentação em estado sólido em casca de café. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 10, n. 11, 2014. Disponível em: <https://www.scientiaplenua.org.br/sp/article/view/2052>. Acesso em: 27 de janeiro de 2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico- químicos para Análises de Alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

LEITE, T. S.; TRIBST, A.; CRISTIANINI, M. Possibilidades e desafios no uso de aquecimento ôhmico para o processamento de alimentos. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 35, n. 2, jul./dez. 2017.

MESQUITA, C. M.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; JUNIOR, M. A. F.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; CARVALHO, R. M.; ARAÚJO, W. G. Manual do café: colheita e preparo (*Coffea arabica* L.). Belo Horizonte: **EMATER-MG**, 2016. 52 p. il.

MOREIRA, D. B. .; DIAS, T. DE J. .; ROCHA, V. . C. DA; CHAVES, A. C. T. A. . Determinação do teor de cinzas em alimentos e sua relação com a saúde. **Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.]**, v. 7, n. 10, p. 3041–3053, 2021. DOI: 10.51891/rease.v7i10.3011. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/3011>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MOREIRA, M.D.; MELO, M.M.; COIMBRA, J.M.; DOS REIS, K.C.; SCHWAN, R.; SILVA, C.F. Solid coffee waste as alternative to produce carotenoids with antioxidant and antimicrobial activities. **Waste Manag.** 2018, 82, 93–99.

OLIVEIRA, F. DE C.; SRINIVAS, K.; HELMS, G. L.; ISERN, N. G.; CORT, J. R.; GONÇALVES, A. R.; AHRING, B. K. Characterization of coffee (*Coffea arabica*) husk lignin and degradation products obtained after oxygen and alkali addition. **Bioresource Technology**. 2018 Jun;257:172-180. Doi: 10.1016/j.biortech.2018.01.041.

OLIVEIRA, G. H. H., CORRÊA, P. C., OLIVEIRA, A. P. L. R., VARGAS-ELÍAS, G. A., & CALIL JÚNIOR, C. (2022). Arabica coffee flow properties assessed using different roasts and particle sizes during storage. **Brazilian Journal of Food Technology**, 25, e2021026. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.02621>.

PEREIRA, R.G.F.A.; VILLELA, T.C.; ANDRADE, E.T. Composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2., 2002, Vitória-ES. Resumos... Vitória: **Embrapa Café**, 2002. p. 826-831.

RICCI, M. S. F.; ALVES, B. J. R.; MIRANDA, S. C.; OLIVEIRA, F. F. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 138-144, Apr. 2005.

RIBEIRO, E. P., SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücler, Instituto Mauá de Tecnologia, 2004. 184 p.

SEIBEL, N. F.; KATO, T.; LIMA, A. R. Importância da difração de raios X e colorimetria

em alimentos. In: VERRUCK, S. Avanços em ciência e tecnologia de alimentos. **Editora Científica Digital**, 2022. v. 6, cap. 15, p. 219-235.

SIQUEIRA, H.M.; SOUZA, P. M.; PONCIANO, N. J. Café convencional versus café orgânico: perspectivas de sustentabilidade socioeconômica dos agricultores familiares do Espírito Santo. **Revista Ceres**, v.58, n.2, p.155- 160, 2011.  
doi:10.1590/S0034-737X2011000200004

SOARES, L.S.; MORIS, V. A. DA S.; YAMAJI, F. M; PAIVA, J. M. F. Utilização de resíduos de borra de café e serragem na moldagem de briquetes e avaliação de propriedades. **Revista Matéria**, v.20, n.2, p. 550 – 560, 2015.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). **Food Research Center (FoRC)**. Versão 7.1. 2020. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tbca>>. Acesso em 24 Mar. 2023.

VEIGA, T. R. L. A.; LIMA, J. T.; DESSIMONI, A. L. DE A.; PEGO, M. F. F.; SOARES, J. R.; TRUGILHO, P. F. Different plant biomass characterizations for biochar production. **Cerne**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 529-536, Oct./Dec. 2017.

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA SOJA TORRADA  
PARA FINS DE NOVAS APLICAÇÕES ALIMENTÍCIAS**

**EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE SOJA TOSTADA CON  
FINES DE NUEVAS APLICACIONES ALIMENTARIAS**

**PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF TOASTED  
SOYBEANS FOR THE PURPOSES OF NEW FOOD  
APPLICATIONS**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.76-91>

**Gustavo Henrique Daniel Santos Silva**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [gd30440@gmail.com](mailto:gd30440@gmail.com)

**Elisandra Rabêlo da Silva**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco,  
[rabeloelisandra1@gmail.com](mailto:rabeloelisandra1@gmail.com)

**Maria Vitória Lima Costa Donato**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco,  
[vitoriadonato57@gmail.com](mailto:vitoriadonato57@gmail.com)

**Suzana Pedroza da Silva**

Dr.<sup>a</sup> Eng.<sup>a</sup> Química, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [suzana.pedroza@ufape.edu.br](mailto:suzana.pedroza@ufape.edu.br)

## Resumo

A soja é uma das principais *commodities* do Brasil, destacando-se devido a sua composição química, juntamente as grandes quantidades produzidas. A soja é amplamente utilizada na produção de alimentos em geral como o óleo, o *shoyu*, rações de animais, entre outros produtos. A soja torrada ainda é pouco aplicada na produção de alimentos no Brasil, assim como na produção de *tofu*, um substituto popular na China e Japão, da carne de soja. As características físico-químicas dos alimentos é de grande interesse para a indústria alimentícia e química, sendo necessário a composição centesimal do alimento algo necessário antes da utilização do mesmo como matéria prima no processamento. Durante o processo de torrefação em alimento, diversas reações químicas ocorrem simultaneamente, bem como as reações de: Maillard e de Caramelização. A soja contém um alto percentual de proteínas e um percentual de açúcares, o qual é de fundamental importância na hora da torrefação dos grãos. Assim, esse trabalho teve como objetivo caracterizar a soja torrada a partir da soja crua produzida no Nordeste do Brasil. Os grãos de soja foram torrados a 150 °C por 30 minutos; após atingir a temperatura ambiente, foi moído e realizadas as análises (umidade, cinzas, pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais, atividade de água cor, acidez total titulável, açúcares redutores e lipídeos) e comparadas ao grão de soja cru. Todas as análises foram feitas triplicata e seguindo o Instituto Adolfo Lutz. De acordo com as análises estatísticas os parâmetros de cinzas, pH, atividade de água ( $A_w$ ), luminosidade ( $L^*$ ) e açúcares redutores não apresentaram diferença estatística significativa enquanto que, os outros parâmetros deram diferenças significativas. Ainda assim, todos os resultados demonstraram que a soja torrada é rica em nutrientes, com características diferentes da crua, podendo ser utilizada na aplicação do desenvolvimento de novos produtos alimentícios com sabor e segurança alimentar.

**Palavras-Chave:** Análise de Alimentos; ANOVA; Novos Produtos; Torrada.

## Resumen

La soja es uno de los principales *commodities* de Brasil, destacándose por su composición química, junto con las grandes cantidades producidas. La soya es ampliamente utilizada en la producción de alimentos en general, como aceite, salsa de soya, alimento para animales, entre otros productos. La soya tostada todavía se usa poco en la producción de alimentos en Brasil, así como en la producción de *tofu*, un sustituto popular de la carne de soya en China y Japón. Las características físicoquímicas de los alimentos son de gran interés para la industria química y alimentaria, requiriendo la composición química del alimento, algo necesario antes de utilizarlo como materia prima en su elaboración. Durante el proceso de tostado de alimentos, ocurren varias reacciones químicas simultáneamente, así como las reacciones de Maillard y Caramelización. La soja contiene un alto porcentaje de proteínas y un porcentaje de azúcares, lo cual es de fundamental importancia a la hora de tostar los granos. Así, este trabajo tuvo como objetivo caracterizar la soja tostada a partir de soja cruda producida en el Nordeste de Brasil. La soja se tostó a 150 °C durante 30 minutos; luego de alcanzar temperatura ambiente, se molió y se realizaron análisis (humedad, cenizas, pH, conductividad eléctrica, sólidos solubles totales, actividad de agua de color, acidez total titulable, azúcares reductores y lípidos) y se

comparó con soya cruda. Todos los análisis se realizaron por triplicado y siguiendo el Instituto Adolfo Lutz. De acuerdo con los análisis estadísticos, los parámetros de ceniza, pH, actividad de agua (Aw), luminosidad (L\*) y azúcares reductores no mostraron diferencia estadísticamente significativa, mientras que los demás parámetros mostraron diferencias significativas. Aun así, todos los resultados mostraron que la soja tostada es rica en nutrientes, con características diferentes a la cruda, y puede ser utilizada en la aplicación del desarrollo de nuevos productos alimenticios con sabor y seguridad alimentaria.

**Palabras Clave:** análisis de alimentos; ANOVA; Nuevos productos; Asado.

## Abstract

Soy is one of the main commodities in Brazil, standing out due to its chemical composition, together with the large quantities produced. Soy is widely used in the production of food in general, such as oil, soy sauce, animal feed, among other products. Roasted soy is still little used in food production in Brazil, as well as in the production of tofu, a popular substitute for soy meat in China and Japan. The physicochemical characteristics of foods are of great interest to the food and chemical industry, requiring the chemical composition of the food, something necessary before using it as raw material in processing. During the food roasting process, several chemical reactions occur simultaneously, as well as the Maillard and Caramelization reactions. Soy contains a high percentage of proteins and a percentage of sugars, which is of fundamental importance when roasting the beans. Thus, this work aimed to characterize roasted soybeans from raw soybeans produced in Northeast Brazil. The soybeans were roasted at 150°C for 30 minutes; after reaching room temperature, it was ground and analyzes were carried out (moisture, ash, pH, electrical conductivity, total soluble solids, color water activity, total titratable acidity, reducing sugars and lipids) and compared to raw soybeans. All analyzes were performed in triplicate and following the Instituto Adolfo Lutz. According to the statistical analyses, the parameters of ash, pH, water activity (Aw), luminosity (L\*) and reducing sugars did not show statistically significant difference, while the other parameters showed significant differences. Even so, all the results showed that roasted soy is rich in nutrients, with characteristics different from the raw one, and can be used in the application of the development of new food products with flavor and food safety.

**Keywords:** Food Analysis; ANOVA; New products; roasted.

## Introdução

O Brasil é considerado o segundo maior produtor de soja do mundo, onde o único país a ultrapassá-lo é o USA. A região brasileira com maior destaque em produtividade é a Centro-Oeste e, baseado neste cenário, o Brasil tem uma responsabilidade com a avaliação da qualidade da soja produzida no país, onde a determinação da qualidade é de extrema importância para determinar e distribuir os grãos de soja.

O grão de soja é basicamente constituído por proteína, lipídeos, água, fibras e minerais, além de outros compostos químicos importantes como as isoflavonas. A torrefação, a partir do binômio tempo e temperatura, pode alterar a composição química presente no alimento, levando a alterações sensoriais na soja processada. Devido a soja apresentar uma composição química diversificada ela é bastante utilizada para produção de alimentos, biocombustíveis e ração animal, porém ainda não se tem uma popularidade de utilizar a soja torrada pra fins de produção alimentícia.

Portanto, este trabalho teve como objetivo de caracterizar a soja torrada a partir da soja crua produzida no Nordeste brasileiro para fins de aplicação no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

## Referencial teórico

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das *commodities* de maior importância econômica no mundo, sendo hoje um dos principais produtos na cadeia do agronegócio (RIGO *et al.*, 2015). Devido a sua versatilidade, sendo base de muitos produtos e seus derivados, acaba gerando interesse em sua utilização pela agroindústria, indústria química, de rações e de alimentos, contribuindo para o aumento do Produto Interno Bruto brasileiro (LAZZAROTTO & HIRAKURI, 2010; IBGE, 2014).

O Brasil é destaque no mundo, onde o único país a ultrapassa-lo é o USA, por ser um grande exportador da oleaginosa, onde na safra de 2022/2023, o Brasil foi responsável por 151,4 milhões de toneladas de grãos de soja (CONAB, 2023). Em caráter nacional, os principais estados brasileiros que se destaca na produção de soja é a região Centro-Oeste nos estados: Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, com respectivamente, 35,885 milhões de toneladas, 21,598 milhões de toneladas e 11,444 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2020, CONAB, 2021).

A Instrução Normativa 11, de 16 de maio de 2007, instrui que os grãos de soja são classificados em grupos, baseado no uso designado para o grão (consumo *in natura*; destinada a outros usos), em classe baseado na coloração (amarela; misturada) e tipos caracterizados pelos defeitos dos grãos (BRASIL, 2007).

A composição química dos grãos de soja varia de 40 a 45% de proteínas, 30 a 34% de carboidratos e 18 a 20% de lipídeos, dentre os lipídeos 58% é de ácidos graxos



poli-insaturados, 15% saturados e 23% monoinsaturados (SILVA et al., 2006). A soja tem compostos químicos como as isoflavonas que tem características de proliferação, crescimento e também maturação das células, possuem também propriedades de caráter antioxidante, devido a presença de agliconas genisteína e daidzeína, que em sua característica protegem as células dos efeitos de radicais livres (SILVA, 2013). As frações de proteína e de lipídeos, estimam cerca de 60% do total da massa seca da semente, este tipo de porcentagem está associado ao controle genético o qual constitui o fator primário que define as frações proteicas e lipídicas presentes no grão e, é amplamente influenciado pela flutuação no ambiente (PÍPOLO, 2002). Devido a sua abrangente composição química, pode-se aplicar diferentes métodos de processamento, inclusive o processo de torrefação, para aumentar as características sensoriais do grão de soja (CAI et al., 2020).

A torrefação utiliza-se de dois parâmetros fundamentais os quais são: tempo e temperatura, e esse processo pode alterar os aspectos visuais como também as suas características químicas presentes no alimento. Essas reações que ocorrem durante o processo de torrefação são induzidas pela reação de Maillard e Caramelização no decorrer da torrefação (CAI et al., 2020). Ao iniciar o processo de torrefação, há alterações sensoriais na soja, como por exemplo: álcoois alifáticos de cadeia curta, cetonas e aldeídos, estão associados a sabores específicos, os quais se formam devido a oxidação e decomposição dos ácidos graxos que são induzidos diretamente pela peroxidase e lipoxigenase durante a torrefação do grão de soja (MATSUI et al., 2018).

Há vários métodos de torrefação utilizados no cotidiano das indústrias, como por exemplo: tambor rotativo, chapa aquecida e até mesmo torrefação em leite salino. A temperatura definida no torrefador, vai ser baseada no produto final que se deseja encontrar, onde, durante o processo de torrefação é necessário ir adequando os parâmetros tempo e temperatura. É necessário entender que a amostra durante o processo de torrefação está sujeita a permanência de atributos sensoriais indesejáveis, como por exemplo o cheiro ou gosto de queimado, assim como atributos físico-químicos e físicos (ALBANI, 2018).

Existem vários produtos alimentícios derivados da soja para consumo humano, os mais comuns são *shoyu*, *miso*, *natto* e *tofu*, esses produtos são comumente

consumidos no continente asiático. Atualmente tem se dado ênfase a criação de proteína texturizada de soja, leite tipo soja, concentrados e isolados proteicos, que tem grande impacto na sociedade, como também impacto e potencial para serem utilizados como aditivos e/ou ingredientes em formulações de produtos alimentícios para consumo humano (MEDIC; ATKINSON; HURBURGH, 2014; DANTAS, 2009; PEREIRA *et al.*, 2011).

Sendo o resíduo proveniente da soja (farelo, torta, óleos e casca dos grãos) destinado ao consumo animal para rações devido ao seu alto teor proteico e energético, ainda sendo capaz de fornecer nutrientes considerados fundamentais para o desenvolvimento metabólico do animal. Baseado nisso têm-se uma variedade de processos que a soja pode ser submetido, os quais podem ocorrer reações e transformações químicas, como por exemplo: torrefação, submersão de grãos em água para o preparo do tofu (GOMES, 2021).

Diante disso, os derivados de soja têm-se apresentado como uma nova potência no mercado e de consumo, devido ao entendimento da sociedade e uma busca por produtos considerados mais saudáveis e ainda proporciona a redução de doenças cardiovasculares (Buckley; Lin, 2019).

## Metodologia

As amostras de soja foram coletadas na cidade de Barreiras, interior do Estado da Bahia, a qual tem uma altitude de 452 m, safra 2020/2021 e mantidas sob refrigeração até o momento das análises. A torra foi realizada a 150 °C por 30 minutos, conforme a metodologia de Dantas *et al.* (2010), em chapas aquecedoras onde para o controle da temperatura, utilizou-se um termômetro digital infravermelho IFINY, modelo GM400.

Após 24 horas do processo de torrefação, as amostras de soja crua e torrada foram moídas em moedores convencionais e realizadas as análises de umidade pelo método de secagem em estufa, cinzas em mufla a 550 °C, pH com o phmetro digital (pH), condutividade elétrica (Cond) com o condutímetro digital, sólidos solúveis totais (SST) por refratometria, atividade de água (Aw) com o Aqualab, cor (L\* e ΔE ) com o colorímetro digital, acidez total titulável (ATT) por titulometria, açúcares redutores (AR) pelo método espectrométrico do DNSA e lipídeos por soxhlet e,

comparadas ao grão de soja cru como amostra controle. Todas as análises foram feitas triplicata e seguindo o Instituto Adolfo Lutz.

Em seguida os resultados foram submetidos a análise estatística da ANOVA, para fins de comparação entre os parâmetros.

## Resultados e discussão

O teor de umidade dos grãos de soja é diretamente influenciado pela altitude da região de colheita (TURRA *et al.*, 2018). Para este parâmetro, obtiveram-se médias de valores dentro do estabelecido na legislação para soja crua e torrada, no qual apresentaram diferenças significativas estatisticamente (Tabela 01), sendo esse parâmetro muito importante para indicação e manutenção da qualidade de grãos, uma vez que quando armazenados com valores de umidade acima de 14,5% resultam no desenvolvimento microbiológico indesejável, na perda e em danos mecânicos nos grãos (MARTINS, 2002). Além disso, valores elevados de umidade favorecem a atividade enzimática (BARROS, 2020), e ao fato do tipo de transporte poder interferir nesse parâmetro do grão, uma vez que ele tende a absorver umidade devido a sua natureza hidrocópica e se manter estável com o ambiente.

**Tabela 01:** Caracterização físico-química dos grãos de soja crus e torrados em comparação a legislação vigente IN nº 11/2007.

Parâmetros	Grãos crus e moídos	Grãos torrados e moídos	Legislação
Umidade (%)	10,37±0,55 <sup>A</sup>	0,94±0,33 <sup>B</sup>	≤ 12,0%
Cinzas (%)	5,59±0,16 <sup>A</sup>	4,28±0,51 <sup>A</sup>	≤ 5,0%
pH	6,08±0,025 <sup>A</sup>	6,40±0,005 <sup>A</sup>	—
Cond. (μ.s/cm)	732,65±2,54 <sup>B</sup>	1992,0±1,0 <sup>A</sup>	—
SST (°Brix)	0,433±0,05 <sup>B</sup>	1,10±0,17 <sup>A</sup>	—
Aw	0,678±0,004 <sup>A</sup>	0,289±0,08 <sup>A</sup>	—
L*	18,73±1,62 <sup>A</sup>	10,8667±0,20 <sup>A</sup>	—
ΔE	11,52±2,14 <sup>A</sup>	12,453±2,17 <sup>B</sup>	—
ATT (%)	0,062±0,009 <sup>B</sup>	0,105±0,01 <sup>A</sup>	—
AR (mg/ml)	0,146±0,004 <sup>A</sup>	0,126±0,001 <sup>B</sup>	—
Lipídeos (%)	16,86±0,83 <sup>B</sup>	21,22±1,87 <sup>A</sup>	—

Parâmetros com a mesma letra não há diferença estatística; Parâmetros com letras diferentes há diferença estatística; ΔE: valor total na diferença de cor; L\*: luminosidade; (ATT) Acidez Total Titulável; Cond.: Condutividade elétrica; (SST): Sólidos Solúveis Totais; (Aw): Atividade de água;

Fonte: própria (2023).

Para os valores de pH, os grãos de soja crus e torrados apresentaram uma faixa de valores sem diferença significativa e dentro do esperado. Segundo Eicholz *et al.* (2020), o valor de pH de referência para a soja crua é de 6,0. Este parâmetro é uma medida direta da acidez influenciada pelo desenvolvimento da planta de acordo com o tipo de manejo agrônômico (BROCH; RANNO, 2012) e exerce forte influência sobre a funcionalidade das proteínas presentes no grão, uma vez que o estado funcional proteico depende do estado de ionização da molécula (TORREZAN e CRISTIANINI, 2005).

O teor de cinzas em grãos de soja implica diretamente em seu valor nutricional, pois é possível determinar a presença de certos minerais, como fósforo, magnésio, potássio e ferro, implicando em seu valor nutricional (ZAMBIAZI, 2007). As médias de valores obtidos para este parâmetro encontraram-se dentro do estabelecido na legislação para soja crua e torrada (BRASIL, 2007) e dos níveis de minerais esperados e próximo ao nível de confiança do valor mínimo de nutrientes preconizado pela TACO (2011). Dessa forma, as amostras de soja apresentam um bom valor nutricional, o que gera uma segurança alimentar para os subprodutos gerados.

Com a análise de condutividade elétrica, é possível relacionar com o vigor dos grãos de soja, onde quanto maior o índice de condutividade elétrica, menor será o vigor dos grãos de soja. Esse tipo de análise é comumente utilizado para testes de vigor em diferentes lotes (COLETE *et al.*, 2007). O parâmetro de condutividade elétrica para os grãos crus e torrados, apresentou valores dentro do padrão de qualidade citado por Vieira e Krzyzanowski (1999), medindo a intensidade da corrente elétrica e quantificando os íons liberados durante a absorção de líquido por sólido poroso, estando relacionada com a integridade das membranas celulares dos grãos (AGNOLETTI, 2015) e, ao nível de vigor da amostra de sementes, sendo de fundamental importância para o controle de qualidade rotineiro (MARCOS-FILHO, 2015).

O parâmetro de sólidos solúveis totais para os grãos de soja crus e torrados apresentou valores próximos a 3,5 °Brix, estando próximo de valores encontrados na literatura (MACHADO, 2007). Verificou-se também que, o calor aplicado nas amostras de soja durante a torrefação proporcionou um aumento no teor de sólidos solúveis

totais em relação ao grão cru, como esperado pelas reações enzimáticas que ocorre durante a torrefação, semelhante aos de Bayram *et al.* (2004).

A atividade de água é um parâmetro de grande influência para os alimentos, pois possibilita determinar a estabilidade dos alimentos e seu possível potencial de deterioração (NGUYEN *et al.*, 2004; TUNÇ; DUMAN, 2007). Para os valores de atividade de água da soja crua e torrada, obtiveram valores semelhantes ao de Santos *et al.* (2014), observando que o aumento da temperatura conseqüentemente diminui a atividade de água. Os grãos crus apresentaram valores abaixo de 0,70, enquanto os valores obtidos para os grãos torrados estão abaixo de 0,30, inviabilizando o crescimento microbiano, visto que a maioria dos fungos se desenvolvem em faixas de atividade de água acima de 0,8.

A cor é um fator muito utilizado para avaliação e seleção de alimentos (SPENCE; PIQUERAS-FISZMAN, 2016). Para o parâmetro L\*, luminosidade, observou-se que os grãos crus foram maiores que o da soja torrada, dessa forma conseqüentemente terão uma coloração mais clara, em contrapartida os valores obtidos para o  $\Delta E$ , o valor total na diferença de cor, foram maiores para a soja torrada. Esse fato é justificado pela reação de Maillard que promove o escurecimento enzimático devido a caramelização dos açúcares presentes nos alimentos durante o aquecimento e armazenamento prolongado (FENNEMA, 2010).

A acidez total titulável está relacionada com a qualidade da matéria prima, devido ao fato de poder haver a decomposição por hidrólise, oxidação ou fermentação e, alterar a concentração dos íons de hidrogênio (CARDOSO *et al.*, 2010), formando ácidos graxos livres cuja a quantidade é expressa em termos de acidez do ácido linoleico, que é o principal componente ácido da soja (IAL, 2008). Para este parâmetro observa-se que os grãos de soja crus possuem menor teor de acidez total titulável, concluindo que possuem menor quantidade de ácido linoleico que os grãos de soja torrados, onde também há uma diferença estatística significativa entre a soja crua e a torrada.

Para o parâmetro de açúcares redutores, observa-se que os grãos de soja torrado apresentaram médias de valores menores que os grãos de soja crua. Isso deve-se ao fato de os grãos torrados terem passado pelo processo de torrefação, ocasionando uma desnaturação térmica nos grãos devido reação de Maillard. Essa

diferença de valores na soja torrada e a mudança de coloração entre as amostras deve-se as reações de condensação, fragmentação, desidratação, ciclização e polimerização que ocorrem entre os açúcares redutores e os grupamentos amínicos presentes na amostra (BOURAIIS *et al.*, 2006; QUINTAS *et al.*, 2007).

Para o teor de lipídios, observou-se que os grãos torrados apresentaram maiores valores do que em relação aos grãos crus, estando relacionado ao fato de terem sido submetidos a torrefação que, embora não os modifique, libera os ácidos graxos mais voláteis (ANDRADE, 2009). O grão de soja contém quantidade considerável de lipídios, que varia de 18 a 20%, onde 15% destes equivale aos ácidos graxos saturados e 85% destes equivale aos ácidos graxos insaturados, dentre os quais destacam-se os ácidos linoleico e linolênico (PENALVO *et al.*, 2004). É importante ressaltar a relação entre o teor de lipídios e o teor de proteínas que, segundo Moraes *et al.*, (2006), é sempre proporcional, visto que à medida que se aumenta o teor de proteínas, o teor de lipídios é reduzido, havendo diferença estatística significativa.

Para as análises estatísticas os parâmetros de cinzas, pH, atividade de água ( $A_w$ ), luminosidade ( $L^*$ ) e açúcares redutores não apresentaram diferença estatística significativa. A condutividade elétrica está associada a integridade do grão, e durante o processo de torra as reações que acontecem no interior do grão, especialmente as reações de Maillard e Caramelização interferem diretamente nesse parâmetro, onde pode ser percebido na análise estatística. A caramelização é uma reação que acontece no grão durante o processo de torra devido a presença de açúcares no grão de soja, pode-se notar que na análise estatística indica que há diferença estatística para esse parâmetro onde os grãos de soja torrado e moído obtém o maior percentual de sólido solúveis totais. Com o processo de torra há ainda a mudança de coloração onde os grãos de soja passam de amarelada para um marrom, diferentes estatisticamente para o parâmetro  $\Delta E$ .

## Conclusões

Através da metodologia aplicada, foi possível relacionar os resultados obtidos para os grãos de soja crus e torrados, e com o auxílio da análise estatística foi

observado os parâmetros que diferem estatisticamente entre si. Os parâmetros observados que obtiveram diferenças estatística entre si foram: umidade, condutividade elétrica (cond.) sólidos solúveis totais (SST), cor (parâmetro  $\Delta E$ ), acidez total titulável (ATT), açúcares redutores (AR) e lipídeos. Essas diferenças estatísticas se dão devido a torrefação pelo qual o grão de soja foi submetido e as reações químicas desencadeadas durante o processo, como por exemplo: reação de Maillard e caramelização.

Observou-se que os resultados obtidos para o teor de umidade, pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais e atividade de água apresentaram valores dentro do esperado e são adequados aos estabelecidos na legislação vigente. Ressaltando que o parâmetro de umidade é fundamental para indicação e manutenção da qualidade de grãos, além de influenciar em sua atividade enzimática. Já o teor de cinzas tanto para os grãos de soja crus e os torrados, estão dentro do parâmetro estabelecido pela legislação (5%), bem como o teor de lipídeos que é semelhante aos encontrados com a literatura, com os níveis de acidez total titulável estabelecidos, e por serem relativamente baixos, é um indicativo que tanto a soja crua quanto a torrada, indica uma boa qualidade aos grãos e alto valor nutricional, gerando segurança alimentar para os subprodutos gerados, como por exemplo, a soja torrada pode ser utilizada na forma farinha onde seria aplicada em massas de biscoitos entre outros, já a soja crua podendo ser utilizada para a produção de *tofu* e *shoyu*, condimentos comumente utilizados na cozinha asiática.

## Referências

AGNOLETTI, B. Z. Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*Coffea arabica*) e conillon (*Coffea canephora*) classificados quanto a qualidade da bebida. **Dissertação de Mestrado - Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Universidade Federal do Espírito Santo. Porto Alegre- ES, 2015. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11322>. Acesso em: 22 abr. 2022.

ALBANI, A. P. D. **Impacto da umidade do farelo de soja no resultado final da proteína bruta**. 2018. 24 f. Monografia (Especialização em Engenharia da Qualidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa-PR, 2018.

AL-MUHTASEB, A. H.; McMINN, W. A. M.; MAGEE, T. R. A. Moisture sorption isotherm characteristics of food products: a review. *Trans IChemE*, v. 80, parte C, 2002.

ANDRADE, A.P.S. **Análise química e avaliação do potencial alelopático da casca do café (*Coffea arabica*)**. Dissertação de Mestrado em Química. Instituto de Química- Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2009.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4ª Ed. Viçosa: Editora UFV, 2008, 596 p.

BARROS, L.D. Avaliação das características físicas, físico-químicas e tecnológicas de diferentes variedades de soja cultivadas no sudoeste do estado de São Paulo. TCC – Bacharelado em Engenharia de Alimentos. **Centro de Ciências da Natureza – CCN**. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Buri-SP, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13525>. Acesso em 22 abr. 2022.

BAYRAM, M.; KAYA, A.; ONER, M.D. Influence of soaking on the dimensions and colour of soybean for bulgur production. **Journal of Food Engineering**, v.61, n.3, p. 331-339. Oxford, 2004.

BEZERRA, M. A. *et al.* Application of mixture design in analytical chemistry. **Microchemical Journal**, v. 152, p. 104336, 2020.

BOURAI, I.; AMINE, A.; MOSCONI, D.; PALESCHI, G. **Investigation of glycated protein assay for assessing heat treatment effect in food samples and protein–sugar models**. *Food Chemistry*, v. 96, n. 3, p. 485-490, 2006.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio. **Regulamento Técnico da Soja**. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 2007.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilização do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. Fundação MS. Tecnologia e Produção: Soja e Milho, 2012.

BUCKLEY, N. D., CAO, Z., GREEN JOHNSON, J. M., LIN, Q. Bioactivity of soy based fermented foods: A review. **Biotechnology Advances**. v. 37(1), p. 223-238, 2019.

CAI, J. S. *et al.* Effects of roasting level on physicochemical, sensory, and volatile profiles of soybeans using electronic nose and HS-SPME-GC–MS. **Food Chemistry**, v. 340, p. 127880, 2021.

CARDOSO, L. G. V.; BARCELOS, M. F. P.; OLIVEIRA, A. F.; PEREIRA, J. A. R.; ABREU, W. C.; PIMENTEL, F. A.; CARDOSO, M. G.; PEREIRA, M. C. A. Características físico-química e perfil de ácidos graxos de azeites obtidos de diferentes variedades de oliveiras introduzidas no Sul de Minas Gerais – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p. 127-136. Londrina-PR, 2010.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed.



Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CIABOTTI, S. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set. /out., 2006.

COLETE, J. C. F. et al. Condutividade elétrica da solução de embebição de sementes e emergência de plântulas de soja. **Científica**, Jaboticabal, Sp, v. 35, n. 1, p.10-16, jan. 2007.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. 6. ed. Brasília, Df: **Conab**, 2018. 140 p. V. 5. Disponível em: Acesso em: 22 abril. 2022.

CONAB, **Companhia Nacional de Abastecimento**. Boletim da Safra de Grãos. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 01 abril de 2023.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Produção de grãos tem previsão de aumento de 5,7%, chegando a 271,7 milhões de t. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3989-producao-de-graos-tem-previsao-de-aumento-de-5-7-chegando-a-271-7-milhoes-de-toneladas>. 2021. Acesso em: 15 setembro de 2021.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção de grãos tem previsão de aumento de 5,7%, chegando a 271,7 milhões de t.** 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3989-producao-de-graos-tem-previsao>. Acesso: 05 de maio de 2022.

DANTAS, M. I. S. Farinhas mistas de trigo e de soja agregam valor nutricional e sensorial em pães. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, p. 209-214, 2009.

DE ALWIS, A. A. P; HALDEN, K.; FRYER, J. P. Shape and conductivity effects in the ohmic heating of foods. **Chem. Eng. Res. Des.**, v. 67, p. 159-168, 1989.

EICHOLZ, E. D.; BREDEMEIER, C.; BERMUDEZ, F.; MACHADO, J. R. de A.; GARRAFA, M.; BISPO, N. B.; AIRES, R. F. As informações técnicas descritas nesta publicação, objetivam subsidiar o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná nas safras 2019/2020 e 2020/2021. **In: MISOSUL – Reunião Técnica Sul-Brasileira de Pesquisa de Milho e Sorgo**. Associação Brasileira de Milho e Sorgo. Sete Lagoas-MG, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Dados econômicos, 2020. Acesso em: 12 out. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>.

FENNEMA, O. R.; SRINIVASAN D.; KIRK, L. P. **Química de Alimentos de Fennema**. Artmed, 900p. Porto Alegre-RS, 2010.

FERREIRA, S.L.C. **Introdução às técnicas de planejamento de experimentos**. 1. ed. Salvador-BA: Editora Vento Leste. 2015.

FONSECA, E.V. Atividade enzimática como indicadora de qualidade do solo. 2021. 42 f., il. **TCC** (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2021.

GOMES, I.S. Produção de soja para uso na alimentação animal : estudo de caso na fazenda São Roberto - PA. 2021. 39 f., **TCC** (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2021.

GONÇALEZ, J. C.; JANIN, G.; SANTORO, A. C. S.; **Colorimetria quantitativa: uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira**. Brasil Florestal, Brasília, ano 20, v. 72, p. 47-58, 2001.

IBGE. Pesquisas: Censo Agropecuário. 2014. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil>. Acesso em: 20 abr. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **Instituto Adolfo Lutz**, 1020p. São Paulo-SP, 2008.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja**, n.46. Londrina-PR, 2010.

LEMOS, et al. Agregação de valor na cadeia da soja. **Agroindústria BNDES Setorial**, v. 46, p. 167–217, 2017. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14138>. Acesso em: 05 abr. 2023.

MACHADO, M. R. G. Bebida de soja fermentada com *Lactobacillus acidophilus*: viabilidade celular, avaliação sensorial, armazenamento e resposta funcional. 2007. 101f. **Tese** (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – UFPEL. Pelotas-RS, 2007.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v.72, n.4, p.363-374. Piracicaba-SP, 2015.

MARTINS, R. R. Secagem de Grãos para Propriedade Familiar. **In**: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. Armazenagem de Grãos. IBR Campinas-SP, 2002.

MASUCHI, M. H.; CELEGHINI, M. S.; GONÇAVES, L. A. G.; GRIMALDI, R. Quantificação de TBHQ (tercbutilhidroquinona) e avaliação da estabilidade oxidativa em óleos de girassol comerciais. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1053-1057, 2008.

MATSUI, K. *et al.* 1-Octen-3-ol is formed from its glycoside during processing of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 66(28), p. 7409-7416, 2018.

MEDIC, J.; ATKINSON, C.; HURBURGH, C. R. Current knowledge in soybean composition. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, p. 363-384, 2014.

MORAES, R. M. A.; JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS, E.G. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesq. Agrop. Brasil.**, v.41, n.5, p.725-729, 2006.

NGUYEN, T. A., VERBOVEN, P., DAUDIN, J. D., NICOLAÏ, B. M. Measurement and modelling of water sorption isotherms of 'Conference' pear flesh tissue in the high humidity range. **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p. 229–241, 2004.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; Al-Said, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technol.** v. 6, p. 36–60, 2013.

PENALVO, J. L.; CASTILHO, M.C.; SILVEIRA, M.I.N.; MATAALLANA, M.C. Fatty acid profile of traditional soymilk. **European Food Researc. Tech.**, v.219, n.3, p.251-253, 2004.

PEREIRA, G. G.; Influence of the partial substitution of skim milk powder for soy extract on ice cream structure and quality. **European Food Research and Technology**, v. 232, p. 1093- 1102, 2011.

PÍPOLO, A. E. Influência da temperatura sobre as concentrações de proteínas e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 2002. 128 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

QUINTAS, M. A. C.; BRANDÃO, T. R. S.; SILVA, C. L. M. Modelling colour changes during the caramelisation reaction. **Journal of Food Engineering**, v. 83, n. 4, p. 483-491, 2007.

RAIGAR, R. K., MISHRA, H, N. Grinding characteristics, physical, and flow specific properties of roasted maize and soybean flour. **Journal of Food Processing and Preservation.** v. 42(1), p. 1-9, 2018.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RIGO, A.A. Obtenção e Caracterização de Farinhas de Soja das Cultivares BRS 267, BRS 257 E VMAX. 2015. 89 f., **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim-RS, 2015.

RODRIGUES, G.O. **Análise do complexo soja no Brasil a partir de índices de desempenho no período de 2000 à 2020.** 2023. 46 f., TCC (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2023.

SILVA, H. C. D. S.; PRATA, J. N.; REZENDE, L.M. D S., **Efeitos das Isoflavonas de Soja**

**Sobre os Sintomas Climatérios.** UNOPAR, Cuiabá, 2013.

SILVA, M. S.; NAVES, M. M. V.; OLIVEIRA, R. B.; LEITE, O. S. M. Avaliação química e biológica do resíduo de soja. **Ciênc. Technol. Alimentos**, v. 26, n. 3, p 571-576, 2006.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – **TACO**. 4ª ed. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas-SP, 2011.

TORREZAN, R.; CRISTIANINI, M. Revisão: efeito do tratamento sob alta pressão sobre as propriedades funcionais da proteína de soja e interação proteína-polissacarídeos. **Boletim do CEPPA**, v. 23, n. 2, p. 201-220. Curitiba-PR, 2005.

TUNÇ, S., DUMAN, O. Thermodynamic properties and moisture adsorption isotherms of cottonseed protein isolate and different forms of cottonseed samples. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 133– 143, 2007.

TURRA, F.V; RUFFATO, S.; HOSCHER, R.H; DE OLIVEIRA, M.S.G. Arquitetura da Planta de Soja: Influência Sobre as Propriedades Físicas dos Grãos. Anais - VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita. **Anais** - VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita. 2018. Disponível em: [http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/910\\_20181103\\_02-54-00\\_853.pdf](http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/910_20181103_02-54-00_853.pdf). Acesso em 22 de abril de 2022.

Vieira, R. D., & Krzyzanowski, F. C. Teste de condutividade elétrica. **In:** Krzyzanowski, F. C, Vieira, R. D., & França Neto, J. B. Vigor de sementes: Conceitos e testes. Londrina-PR, 1999.

ZAIA, D.A.M.; ZIAZ, C.T.B.V.; LICHTIG, J. Determinação de Proteínas Totais via Espectrofotometria: Vantagens e Desvantagens dos Métodos Existentes. **Química Nova**, v. 21, n. 6. São Paulo-SP, 1998.

# CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TOMATE-CEREJA PRODUZIDOS NO ALTO SERTÃO SERGIPANO

## CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LOS FRUTOS DE TOMATE CHERRY PRODUCIDOS EN EL ALTO SERTÃO SERGIPANO

### PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF CHERRY TOMATO FRUITS PRODUCED IN THE ALTO SERTÃO SERGIPANO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.92-108>

**Francisca Pereira de Moraes**

DECATS, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [francisca.moraes@academico.ufs.br](mailto:francisca.moraes@academico.ufs.br)

**Mayk dos Santos**

Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [mayk.agro@gmail.com](mailto:mayk.agro@gmail.com)

**Danilo Bento Santana**

Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [danilobento08000@gmail.com](mailto:danilobento08000@gmail.com)

**Débora Coutinho Italiano**

Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [deboraita@academico.ufs.br](mailto:deboraita@academico.ufs.br)

**Alisson Marcel Souza de Oliveira**

DECATS, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [alisson.oliveira.ufs@academico.ufs.br](mailto:alisson.oliveira.ufs@academico.ufs.br)

## Resumo

A realização de análises físicas e químicas é uma importante prática de determinação de qualidade de frutos, através delas se pode determinar produtos com melhores características e dirigi-los a públicos específicos. Este trabalho possuiu como objetivo a avaliação dos atributos físico-químicos em frutos de tomate-cereja (*Solanum lycopersicon* L. var. cerasiforme), produzidos no Alto Sertão Sergipano. O experimento foi realizado no município de Nossa Senhora da Glória/SE, foram avaliados frutos de quatro genótipos de tomate do tipo cereja, denominados de Genótipo 1 (obtidos a partir do plantio de sementes coletadas de plantas espontâneas de tomate do tipo cereja encontradas em várias partes do estado), Genótipo 2 (híbrido Wanda), Genótipo 3 (obtido a partir do plantio de sementes de frutos de tomate-cereja, com formato do tipo grape, encontrados na feira local de Nossa Senhora da Glória-SE) e Genótipo 4 (obtidos a partir do plantio de sementes de tomate-cereja comerciais, encontrados em casas de sementes da região). As análises realizadas foram pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, *ratio*, umidade, comprimento, largura e a sua relação e o peso médio do fruto. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância com 5% de significância pelo teste F e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5%. As variáveis analisadas apresentaram diferença estatística ( $p < 0,01$ ), com exceção dos sólidos solúveis e da umidade, de maneira que o genótipo 1 apresentou maiores valores para acidez titulável (1,21%) e para pH (3,53), apesar de não diferir estatisticamente do genótipo 4 (3,74), o genótipo 1 apresentou também os menores valores para *ratio* (4,80) e para peso médio do fruto (3,7 g), considerado também o fruto de menor tamanho. Destaque para o genótipo 3, pois o mesmo demonstrou valores de °brix, e taxas de acidez aceitáveis, além do seu formato oblongo, que o destaca dentre os demais, tornando-o mais susceptível a escolha do consumidor.

**Palavras-Chave:** *Solanum lycopersicon*, análises bromatológicas, genótipos.

## Resumen

La realización de análisis físicos y químicos es una práctica importante para determinar la calidad de la fruta, a través de la cual es posible determinar productos con mejores características y dirigirlos a públicos específicos. El objetivo de este trabajo fue evaluar los atributos fisicoquímicos de frutos de tomate cherry (*Solanum lycopersicon* L. var. cerasiforme), producidos en Alto Sertão Sergipano. El experimento fue realizado en el municipio de Nossa Senhora da Glória/SE, frutos de cuatro genotipos de tomate cherry, denominados Genotipo 1 (obtenido de la siembra de semillas recolectadas de plantas espontáneas de tomate cherry encontradas en varias partes del estado), Genotipo 2 (Wanda híbrido), Genotipo 3 (obtenido de la siembra de semillas de frutos de tomate cherry, con forma de uva, encontradas en la feria local de Nossa Senhora da Glória-SE) y Genotipo 4 (obtenido de la siembra de semillas comerciales de tomate cherry, encontradas en casas de semillas en la región). Los análisis realizados fueron pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, relación, humedad, largo y ancho y su relación y el peso promedio del fruto y los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza con 5% de significación por la prueba F y cuando sea significativa, se compararán las medias por la prueba de Scott-Knott al 5%. Las variables analizadas presentaron diferencia estadística

( $p < 0,01$ ), con excepción de los sólidos solubles y la humedad, de manera que el genotipo 1 presentó valores superiores de acidez titulable (1,21%) y de pH (3,53), a pesar de no diferir estadísticamente del genotipo. 4 (3.74), el genotipo 1 también presentó los valores más bajos para relación (4.80) y peso promedio de fruto (3.7 g), también considerado el fruto más pequeño. Se destaca el genotipo 3, que mostró valores de °brix y acidez aceptables, además de su forma oblonga, lo que lo hace sobresalir entre los demás, haciéndolo más susceptible a la elección del consumidor.

**Palabras Clave:** *Solanum lycopersicon*, análisis químicos, genotipos.

## Abstract

Carrying out physical and chemical analyzes is an important practice for determining fruit quality, through which it is possible to determine products with better characteristics and direct them to specific audiences. The objective of this work was to evaluate the physicochemical attributes of cherry tomato fruits (*Solanum lycopersicon* L. var. cerasiforme), produced in Alto Sertão Sergipano. The experiment was carried out in the municipality of Nossa Senhora da Glória/SE, fruits of four cherry tomato genotypes, called Genotype 1 (obtained from planting seeds collected from spontaneous cherry tomato plants found in several parts of the state), Genotype 2 (Wanda hybrid), Genotype 3 (obtained from planting cherry tomato fruit seeds, with a grape-like shape, found at the local fair in Nossa Senhora da Glória-SE) and Genotype 4 (obtained from planting commercial cherry tomato seeds, found in seed houses in the region). The analyzes carried out were pH, titratable acidity, total soluble solids, ratio, humidity, length and width and their relationship and the average weight of the fruit and the results obtained were submitted to analysis of variance with 5% of significance by the F test and when significant, the means will be compared by the Scott-Knott test at 5%. The analyzed variables showed statistical difference ( $p < 0.01$ ), with the exception of soluble solids and moisture, so that genotype 1 showed higher values for titratable acidity (1.21%) and for pH (3.53), despite not statistically differing from genotype 4 (3.74), genotype 1 also had the lowest values for ratio (4.80) and average fruit weight (3.7 g), also considered the smallest fruit. Genotype 3 stands out, as it showed °brix values and acceptable acidity rates, in addition to its oblong shape, which makes it stand out among the others, making it more susceptible to consumer choice.

**Keywords:** *Solanum lycopersicon*, bromatological analyzes, genotypes.

## Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicon* L.) possui origem na região andina, que vai desde o Equador, passando pela Colômbia e, mesmo o tomate tendo a ancestralidade originária dessa área, sua ampla domesticação ocorreu no México, sendo chamado de centro de origem secundária (COLARICCIO, 2000). Atualmente o consumo e o cultivo de tomate-cereja tem crescido em todo o mundo, devido a versatilidade no preparo de pratos gourmet, uma vez que apresenta grande diversidade de tamanho,

cores, formatos, além de sabor acentuado que varia do ácido ao adocicado (PRECZENHAK *et al.*, 2014).

Em 2021 a produção de tomate de mesa ficou na casa das 3.679.160 de toneladas, em uma área de 51.907 hectares (FAOSTAT, 2021), distribuídas em quatro grandes grupos, o grupo Santa Cruz, Grupo Italiano, grupo Salada e o Grupo Cereja, cujas variedades apresentam frutos pequenos, forma periforme e coloração variando do vermelho ao amarelo, apresentam elevados teores de sólidos solúveis (EMBRAPA, 2018).

Nos últimos anos, a procura pelo tomate-cereja vem ganhando destaque para muitos produtores, dentre os fatores que impulsionam estão o seu elevado valor agregado, a utilização de tratamentos culturais simples, além do mais, sua rusticidade, alta resistência a diversas pragas e doenças, finalizando com o alto valor de mercado e boa aceitação pelos consumidores (LUCINI *et al.*, 2016; ZANIN *et al.*, 2018; DIAS *et al.*, 2019). Conquistando também o mercado consumidor, isso por conta de suas características como, tamanhos reduzidos, formato alongado ou arredondados a depender da variedade e suas cores são chamativas. Outro ponto a ser considerado diz respeito ao seu sabor adocicado, que lhe confere uma boa palatabilidade, permitindo-lhe ser um ingrediente interessante na gastronomia moderna (LENUCCI *et al.*, 2006). Esse conjunto de fatores faz com que o tomate-cereja, seja consumido em sua maioria *in natura*, na confecção de pratos, saladas ou até mesmo como fruto seco.

Os parâmetros físico-químicos estão diretamente ligados a qualidade e aceitabilidade deste produto pelos consumidores, uma vez que os mesmos, interferem diretamente no gosto e vida útil dos tomates. Dentre os indicadores de qualidade sensoriais e nutricionais, estão a relação sólidos solúveis e acidez titulável (ARRUDA *et al.*, 2005). Nascimento *et al.* (2013), relatam que a acidez também promove uma melhora na conservação dos alimentos na pós colheita. Outro fator importante se diz respeito ao tamanho, forma e aparência geral do fruto, que Segundo Ferreira *et al.* (2004), possui uma importante influência na tomada de decisão do consumidor final. Assim, este trabalho teve como objetivo a realização a análise de atributos físico-químicas de frutos de tomates-cereja produzidos na região do Alto Sertão Sergipano.

## Referencial teórico



## A cultura do tomate

O tomate é a hortaliça-fruto mais produzida e consumida no país, ocupando posição de destaque entre as hortaliças cultivadas e desempenhando importante papel na economia nacional. Em 2021 a produção nacional chegou perto de 4 milhões de toneladas em uma área de 52 mil hectares (FAOSTAT, 2021). No cenário mundial, o Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais, sendo a China a maior produtora, seguida dos Estados Unidos e Índia (AGRIANUAL, 2013).

A relevância econômica da cadeia produtiva de tomate no agronegócio brasileiro já é algo consolidado, pois movimentava, anualmente, mais de R\$ 2 bilhões (o que corresponde cerca de 16% do Produto Interno Bruto – PIB, oriundo da produção de hortaliças no Brasil). Além dessa consideração é preciso ressaltar que o cultivo do tomateiro ao longo de toda a cadeia produtiva também é fonte de emprego e renda (ABCSEM, 2010).

O tomate cereja (*Solanum lycopersicon* L. var. *cerasiforme*) é uma das variedades que apresenta maior popularidade mundial. Já no Brasil sua produção e comercialização têm sido alavancadas principalmente após a década de 1990, por apresentar sabor adocicado e tamanho reduzido, sendo considerado um ingrediente versátil da gastronomia moderna (LENNUCCI *et al.*, 2006). Variedades atuais de tomate cereja são comercialmente promissoras, pois tem boa média de produção de frutos comerciais (PINHO *et al.*, 2011) e são excelente alternativa de renda aos pequenos produtores.

Entretanto, o efeito do aquecimento global nas altas temperaturas o que modifica o cenário climático, exigirá dos organismos um processo evolutivo, fazendo com que determinadas plantas desapareçam ao longo do tempo. Como citado anteriormente por Brunelli *et al.* (2011), mesmo tendo importante participação na composição nutricional das espécies pertencentes à família das brássicas, as mudanças climáticas irão influenciar no aumento do custo de produção a ponto de tornar essas espécies economicamente pouco atrativas para boa parte da população mundial. Infelizmente esse cenário será comum em diversas espécies hortícolas, uma vez que grande parte delas tem seu centro de origem e/ou domesticação em ambiente temperado, em faixas de temperaturas entre os 23 °C ou 24 °C.

A escolha de cultivares que são mais resistentes e conseqüentemente adaptam-se melhor a cada condição ambiental de produção, é uma alternativa para solucionar estes problemas e são facilmente implantados. Neste contexto, o desenvolvimento de pesquisas são sempre importantes pois visam a contribuição para a melhoria da cultura do tomate, principalmente ao se incluir materiais não ou pouco modificados como variedades antigas ou também chamadas de crioulas, que são consideradas fontes de recursos genéticos importantes e que precisam ser avaliadas e preservadas.

Os genes selvagens preservados pelas chamadas “landraces” ou variedades “crioulas de tomate, são populações de interesse das pesquisas com o objetivo de expansão da base genética e a preservação da variabilidade original que pode ser perdida no processo de melhoramento desta espécie (SAAVEDRA *et al.*, 2001).

### O efeito da temperatura no cultivo do tomateiro

A cultura do tomate exige clima quente e necessita de uma longa estação de crescimento, sendo que a agilidade de seu crescimento está diretamente relacionada à temperatura e à idade da planta (SELINA e BLEDSOE, 2002). No entanto, temperaturas muito altas são prejudiciais e influenciam na atuação dos hormônios da planta e, conseqüentemente, no processo formativo da flor e do pólen, no processo de germinação do pólen, no crescimento do tubo polínico, na fixação do fruto, na coloração e amadurecimento dos frutos. De acordo com Naika *et al.* (2006) a temperatura ótima, para grande parte das variedades situa-se entre 21 a 24 °C. As plantas apresentam uma tolerância de sobrevivência em certa amplitude de temperatura, mas abaixo de 10 °C e acima de 38 °C danificam-se os tecidos das mesmas. Segundo o autor, os tomateiros reagem às variações da temperatura, importantes durante todo o ciclo de crescimento (Quadro 01).

**Quadro 01:** Temperaturas requeridas para as diferentes fases de desenvolvimento do tomate.

Fases	Temperatura (°C)		
	Mínima	Ótima	Máxima
<b>Germinação das sementes</b>	11	16-29	34
<b>Desenvolvimento de Plântulas</b>	18	21-24	32
<b>Frutificação</b>	18	20-24	30

<b>Desenvolvimento de coloração vermelha</b>	10	20-24	30
--	----	-------	----

Fonte: Naika et al. (2006).

Temperaturas inferiores a 12 °C e acima de 35 °C, diurnas e noturnas, prejudicam respectivamente o desenvolvimento vegetativo das plantas e a frutificação, pelo abortamento das flores, mau desenvolvimento dos frutos e formação de frutos ocos (FILGUEIRA, 2008). Ainda segundo Filgueira (2008) a qualidade dos frutos é sensivelmente afetada pela temperatura, especialmente a coloração. O pigmento licopeno tem sua formação inibida sob temperaturas elevadas. Para Pereira et al. (2000), a região ideal para cultivar essa hortaliça deve apresentar temperatura média abaixo de 30 °C, superior a essa já não são recomendadas.

Temperaturas superiores as exigidas pela cultura afeta diretamente na sua produção. A tolerância do tomateiro a temperaturas mais elevadas depende da cultivar e de cada fase do ciclo do tomateiro. A genética pode ter interferido seja por razões anatômicas das plantas, uma vez que as inflorescências podem possuir número diferente de flores, seja pela maior tolerância às condições adversas climáticas. Segundo Grilli et al. (2000), há variedades que são mais adaptadas a temperaturas elevadas que outras. Espécies selvagens de tomateiro que se desenvolvem em ambientes áridos, como *S. Pimpinellifolium*, são consideradas tolerantes ao calor, e são potencialmente importantes como fontes de resistência, embora não possuam valor comercial imediato. Portanto, essas variedades podem contribuir com características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que proporcionam a tolerância ao calor através da transmissão da sua genética.

A hibridação introgressiva de caracteres de interesse agrônomico para resistência a altas temperaturas através do melhoramento convencional é o princípio de vários programas que desejam o melhoramento genético. Porém, para a cultura do tomate, ainda são poucos os avanços obtidos nesse sentido. Os principais fatores limitantes na utilização dessa técnica são a falta de metodologias de identificação e seleção de genótipos superiores e a inconsistência das metodologias de indução de estresse ao calor.

O controle dos fatores abióticos pode ser realizado através da resistência genética varietal, sendo o método mais adequado, uma vez que não implica em modificações no sistema de produção recomendado para a cultura e/ou o aumento

dos custos, pois a tecnologia está “embutida” nas sementes. Com isso é possível escolher variedades de tomate que são indicadas para o plantio em épocas quentes como aquelas que apresentam bom pegamento de frutos em altas temperaturas. Infelizmente, os catálogos atuais apresentam poucas variedades com esta característica, especialmente os híbridos importados, que foram desenvolvidos para serem produzidos em condições de clima ameno. Investir nestes híbridos, com sementes de preços elevados, em plantio de verão é, portanto, um risco adicional, especialmente em condições de campo aberto.

### **Pesquisas realizadas com tomate-cereja**

O interesse pelo tomate cereja não é algo novo, no entanto cada vez que os pesquisadores propõem estudos com diferentes objetivos, como a caracterização física, físico- química, microbiológica e/ou morfoagronômica do fruto, além da elaboração de derivados bem como suas respectivas análises, respostas são obtidas, fornecendo a comunidade acadêmica e produtores as melhores indicações para a condução da cultura tão apreciada. A seguir são relatados trabalhos utilizando o tomate cereja como elemento principal.

Costa *et al.* (2018) desenvolveram o trabalho intitulado “Caracterização física, físico- química e morfoagronômica de acessos de tomate-cereja sob cultivo orgânico”, o estudo foi realizado em Seropédica/RJ. Como resultado, perceberam que o teor de sólidos solúveis das variedades foi de 3,90 a 10,16 °Brix. Também observaram que a presença do tomate cereja tradicional (vermelho e redondo), havia a presença de outros nas mais variadas cores, como rosa, amarelo, laranja, marrom, vermelho com listras; e também em diferentes formatos como oblongo, pera, achatado, globular, pitanga, alongado e ameixa.

Silva *et al.* (2019) no trabalho “Caracterização físico-química do fruto e da geleia tomate-cereja (*Lycopersicon esculentum* Mill)”, realizado no município de Aparecida, PB obtiveram respostas sobre a porção comestível do fruto que apresentou umidade (92,2%), sólidos solúveis totais (7,77%), cinzas (0,96%), açúcares redutores e não redutores (2,36% e 0,30%, respectivamente) e para a geleia produzida que apresentou umidade (20,37%), proteínas (0,41%), cinzas (0,70%), Aw (0,786), açúcares redutores e não redutores (4,18% e 4,1%, respectivamente). Os autores concluíram que

a geleia produzida se mostrou uma importante alternativa de agregação de valor ao tomate-cereja com características nutricionais e coloração atrativa.

Dantas *et al.* (2021) no estudo “Análise físico-química e microbiológica de tomates- cereja (*Solanum lycopersicum* var. cesariforme) comercializados em empórios de Manaus-AM” obtiveram como resultados teor de umidade de 90,70% a 98,72%, pH variando de 4,87 a 5,44. O conteúdo de sólidos solúveis totais de 3,56 a 7,60 °Brix. A acidez em ácido cítrico foi de 0,20% a 0,49%. Os valores de *ratio* variaram de 8,28 a 26,67. Já na avaliação da qualidade sanitária, foram verificadas contagens de  $2 \times 10^2$  UFC/g a  $5 \times 10^3$  UFC/g para bolores e leveduras, mas não foi observada contaminação por *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. Os autores concluíram que os tomates-cereja encontrados no comércio da cidade de Manaus podem ser fontes de fungos produtores de toxinas e, logo, o acompanhamento da qualidade microbiológica dos frutos faz-se necessário para evitar danos à saúde do consumidor.

No estudo mais recente de Roque *et al.* (2022) realizado no município de Pombal, PB, intitulado “Crescimento e caracterização físico-química do tomateiro cereja sob irrigação com água salina e adubação nitrogenada”, os autores objetivaram avaliar o crescimento e a caracterização físico-química de plantas de tomateiro do tipo cereja irrigadas com água salina e adubação nitrogenada. Dentre os resultados obtidos os autores perceberam que as doses de nitrogênio testadas não atenuaram os efeitos do estresse salino sobre a altura da planta e o diâmetro do caule do tomateiro cereja. No entanto, a irrigação com condutividade elétrica de  $3,3 \text{ dS m}^{-1}$  aumentou os sólidos solúveis dos frutos do tomate-cereja.

## Metodologia

O experimento foi conduzido no município de Nossa Senhora da Glória, localizado na região do Alto Sertão Sergipano (latitude  $10^{\circ}11'53.59''\text{S}$  e longitude  $37^{\circ}25'20.97''\text{O}$ ), parte das avaliações foram realizadas nas dependências da Universidade Federal de Sergipe - Campus do Sertão. A região apresenta classificação climática As – Clima tropical com estação seca no verão (ALVARES, 2013).

Os tratamentos foram constituídos de 4 genótipos de tomate-cereja: Genótipo 1 - variedade de crescimento, espontâneo facilmente encontrado crescendo de forma rústica na região; Genótipo 2 - híbrido Wanda da Isla Sementes®; Genótipo 3 –

sementes obtidas a partir de frutos encontrados na feira local de Nossa Senhora da Glória-SE, com formato do tipo grape e o Genótipo 4 - uma variedade sem denominação de tomate-cereja da Isla Sementes®, encontrados em casas de sementes da região. Todos com hábito de crescimento indeterminado.

A produção das mudas se deu através do uso de bandejas de poliestireno com 128 células e substrato comercial Basaplant®. Após as mudas possuírem área foliar e sistema radicular bem formados, as mesmas foram transplantadas em vasos de 5 litros e distribuídas no Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), em cinco blocos. Anterior a isso, foi recolhido solo, peneirado e incorporados ao substrato comercial, calcário e adubo 13-34-08 nas quantidades 4,7 g/planta. O transplante das mudas foi realizado em um único dia, a fim de evitar períodos de avaliações diferentes.

A adubação de fundação seguiu a recomendação de Filgueira (2008), na qual consta o nitrogênio, fósforo e potássio (300-600-500), própria para cultura, em solos com média a baixa fertilidade, acompanhado da aplicação de calcário dolomítico como fornecedores de cálcio e magnésio.

Ao longo do desenvolvimento da cultura foram realizadas 2 aplicações do mesmo formulado 13-34-08, 7 e 15 dias após o transplante, além de uma aplicação do fertilizante foliar basfoliar® como ação corretiva de deficiência nutricional. Paralelo a isso ocorreram desbrotas sempre que necessário, a fim de manter duas hastes por planta e reduzir a competição por foto assimilados. Outro trato cultural adotado foi tutoramento, com finalidade de direcionar a planta para a não exposição ao solo, realizado com auxílio de estacas, arames de aço, grampos e fitilhos plásticos, método este descrito por Minami e Haag (1989).

A fonte hídrica que subsidiara o experimento foi da companhia de abastecimento do estado, sendo fornecida através do método irrigação localizada, por gotejamento. Cada bloco possui sua própria fita gotejadora, sendo ativadas duas vezes ao dia, suprimindo assim a área molhada necessária para o pleno desenvolvimento da cultura.

Para preparo das amostras foram utilizadas 10 frutos de cada genótipo, obtidos das duas primeiras colheitas. Sendo avaliado as seguintes variáveis, sempre em triplicada:

- *pH*: Para essa análise se fez necessário a trituração da amostra, logo após foi diluído 10 gramas da amostra em 100 mL de água destilada. O próximo passo, foi realizar a mensuração, com auxílio do pH-metro digital, previamente calibrado, disponível nos laboratórios da universidade em questão (IAL, 2008).
- *Acidez total titulável* expressa em ácido cítrico: Na determinação desta variável, foi separado 10 g da amostra (em triplicata) e pesado em Erlenmeyer de 250 mL, essa amostra foi diluída em 100 mL de água destilada e filtrada em filtro de papel. Na solução filtrada foi inserida 0,3 mL de solução alcoólica de fenolftaleína (C<sub>2</sub>OH<sub>14</sub>O<sub>4</sub>) 1% (p/v), após isso foi sendo titulado com hidróxido de sódio até a coloração rósea (IAL, 2008). Os valores foram aplicados na fórmula a seguir.

$$\text{Acidez total titulável} \left( \%, \frac{v}{m} \right) = \frac{(V * F * 100)}{(P * C)}$$

Em que:

V: nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M gasto na titulação;

F: fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M;

P: nº de g da amostra usado na titulação;

C: correção para solução de NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M;

- *Sólidos solúveis totais (SST) em °Brix*: Essa análise foi baseada na medida do índice de refração da amostra, utilizando para isso um refratômetro portátil, onde foram postas gotas da amostra e realizada a leitura no próprio equipamento, convertendo-a em índice de refração mediante a tabela do instrumento (IAL, 2008);
- *Ratio*: obtido pela relação de sólido solúveis totais (SST) pela Acidez total titulável (ATT);
- *Matéria fresca*: Foram pesadas amostras de 10 g em triplicata e posta em cadinhos.

Em seguida o mesmo foi colocado na estufa de circulação em ar forçado, com uma temperatura de 105 °C em períodos de avaliação de 2 horas. O processo se repetiu até a obtenção da massa constante. Os resultados foram expressos em percentagem (IAL, 2008);

- *Comprimento e Largura e sua relação*: Durante a colheita os frutos foram armazenados em sacolas plásticas e identificados com pincel permanente com genótipo, tratamento e bloco. Ao final do processo foram mensurados a largura e comprimento de cada fruto com auxílio de um paquímetro digital, expresso em mm;
- *Peso médio de fruto (PMF)*: Após o fim de cada colheita e identificação dos genótipos em suas embalagens, os frutos foram levados ao laboratório nas dependências da universidade para o uso da balança de precisão, foram usados 10 frutos de cada variedade, sempre em triplicata. Com os dados de peso de cada genótipo e cada colheita foi possível chegar em um valor médio para rodar no programa estatístico.

Em posse dos dados coletados foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014), onde foram submetidos a análise de variância com 5% de significância pelo teste F e pelo teste Scott-Knott a 5% quando significativo.

## Resultados e discussão

### Análises físico-químicas

Houve diferença significativa ( $p > 0,01$ ) entre os genótipos para as variáveis químicas analisadas, com exceção dos sólidos solúveis totais. Se tratando de pH, os valores ficaram entre 3,53 e 4,17, correspondentes ao genótipo 1 (de crescimento espontâneo) e o genótipo 2 (híbrido Wanda), respectivamente (Tabela 01). Valores menores foram encontrados por Costa *et al.* (2022), avaliando a qualidade e conservação pós-colheita de tomate-cereja orgânico, armazenado em temperatura ambiente por 12 dias, encontrando valores médios de pH entre 3,23 e 3,45.

Nascimento *et al.* (2013), em seu estudo onde atestam a qualidade de frutos de tomate de mesa, retratam um melhor tempo de prateleira em frutos mais ácidos, bem como um sabor mais acidificado. Embora os processos metabólicos se intensifiquem à medida que o fruto entra em estado de senescência e, como consequência, ocorre a conversão de açúcares em ácidos, promovendo um aumento do pH (FERREIRA *et al.*, 2020). Cabe uma análise de conservação pós-colheita desses frutos para atestar essa hipótese.



O genótipo 1 também obteve maiores índices de ácidos orgânicos, que é expresso pela variável acidez total titulável (1,21%), o que teoricamente lhe confere um sabor mais acidificado. Os valores de *ratio*, obtidos pela relação da acidez total titulável com os sólidos solúveis, determina o quão suave ou azedo é o fruto, onde relações altas promovem sabores suaves, o contrário, denota um sabor ácido (CAVALCANTI *et al.*, 2006), de maneira que o genótipo 1 também se diferenciou, apresentando o menor valor (4,80) (Tabela 01).

**Tabela 01:** Análises de Potencial hidrogeniônico (pH), Acidez total Titulável (ATT), Sólidos solúveis total e ratio de tomates-cereja cultivados na região do Alto Sertão Sergipano.

GENÓTIPOS	pH	ATT (%)	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Ratio
Genótipo 1	3,53 c	1,21 a	5,82 a	4,80 b
Genótipo 2	4,17 a	0,62 b	5,63 a	9,04 a
Genótipo 3	3,90 b	0,63 b	6,17 a	9,13 a
Genótipo 4	3,74 c	0,67 b	6,07 a	9,76 a

Dados com letras iguais na mesma coluna não houve diferença estatística entre os tratamentos no Teste Scott- Knott a 5%.

**Fonte:** própria (2023).

Os valores de sólidos solúveis, não foram significativos, ou seja, não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, os dados obtidos ficaram acima dos 5,06 encontrados por Guilherme *et al.* (2014), o que é algo bastante positivo, uma vez que o mesmo é um importante método para determinação da qualidade dos frutos consumidos *in natura*, expressando o ponto de maturação e quantidade de açúcares existentes (CAVALCANTE *et al.*, 2006).

### Análises físicas

Observando os resultados das análises físicas (Tabela 02), nota-se que a umidade desses frutos ficou acima de 92%, não diferindo estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). Valores que se aproximam muito aos 94,74% determinados por Dantas *et al.* (2021), onde foi analisado fatores físico-químicos e microbiológicos na cultura em questão. Ribeiro e Seravalli (2007), relatam que a água está diretamente ligada a conservação dos alimentos, os mesmos falam que alimentos com maiores teores de água, são mais sensíveis a deterioração.

**Tabela 02:** Análises físicas de umidade, largura, comprimento, relação largura/comprimento e peso médio de frutos (PMF) de tomates-cereja cultivados na região do Alto Sertão Sergipano.

GENÓTIPOS	Umidade (%)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Relação L/C	PMF (g)
Genótipo 1	92,76 a	18,8 d	17,4 d	1,08 a	3,7 c
Genótipo 2	93,04 a	34,5 a	32,0 b	1,08 a	19,4 a
Genótipo 3	92,45 a	24,2 c	35,5a	0,68 b	9,1 b
Genótipo 4	92,66 a	27,2 b	25,3 c	1,07 a	10,0 b

Dados com letras iguais na mesma coluna não houve diferença estatística entre os tratamentos no Teste Scott- Knott a 5%. Onde: L – largura, C – comprimento; PMF – peso médio do fruto.

Fonte: própria (2023).

Se tratando da largura dos genótipos, o genótipo 2 obteve valores maiores que os demais, tendo o genótipo 1 com menor valor. Os genótipos 3 e 4, apesar de valores próximos, são estatisticamente diferentes nesta variável. No quesito comprimento, o genótipo 3 conseguiu valores maiores, diferentemente da variável anterior, em sequência vem o genótipo 2 e 4, ficando com menores valores novamente o genótipo 1 (Tabela 02).

Com relação ao formato de frutos, Ferreira *et al.* (2004), classifica o tomate em oblongo, quando seu comprimento é maior que sua largura e redondo, quando seu comprimento é igual ou menor que sua largura. Sendo assim o genótipo 3, obtido de sementes de frutos comercializados na feira livre, por possuir formato de comprimento relativamente maior que sua largura é classificada como oblongo, os demais são denominados genótipos redondos.

No que diz respeito a variável peso médio dos frutos, a diferença mais significativa foi entre o genótipo 1 (3,7 g) e o genótipo 2 (19,4 g), que, Segundo Fernandes *et al.* (2007), seria classificado como fruto grande, por possuir peso entre 15 e 20 g. Já os genótipos 3 e 4, que não diferiram entre si, ficando com valores intermediários em relação ao demais (9,1 e 10 gramas por fruto, respectivamente) é classificado como fruto de tamanho pequeno, por possuir peso médio entre 5 e 10g.

## Conclusões

É sabido que o público consumidor é bastante diversificado, portanto, oferecer genótipos com diferentes padrões físico-químicos é importante no setor comercial. Diante dos resultados observados pode-se afirmar que o genótipo 3, por possuir

valores de pH, °Brix acidez e peso intermediários, além do formato diferenciado, o torna mais suscetível a escolha por parte do mercado consumidor.

## Referências

ABCSEM. Tomate lidera crescimento e lucratividade no setor de hortaliças. 04/01/2010. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/releases/284/tomate-lidera-crescimento-e-lucratividade-no-setor-de-hortalicas>- Acesso em 10/06/2023.

AGRIANUAL: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 458 p. 2013. ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ARRUDA, M.; CARVALHO, L. A.; NETO, J.; JACOMINO, A.; MELO, P. C. Caracterização físico-química de híbridos de tomateiro de crescimento indeterminado em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 295-298, 2005.

BRUNELLI, K. R.; GIORIA, R.; KOBORI, R. F. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças das brássicas no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. (Ed.). Impacto das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2011. p.145-160.

CAVALCANTI, A. L.; OLIVEIRA, K. F.; PAIVA, P. S.; DIAS, M. V. R.; COSTA, S. K. P.; VIEIRA, F. F. (2006). Determinação dos sólidos solúveis totais (°BRIX) e pH em bebidas lácteas e sucos de frutas industrializados. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, 6(1), 57-64.

COLARICCIO, A., EIRAS, M., CHAVES, A.L.R., LOURENÇÃO, A.L., MELO, A.M.T. & SIQUEIRA, W.J. Detecção do 'Chysoanthemum stem necrosis virus' em tomateiro no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, 25: 252-254. 2000.

COSTA, M. L. X.; AQUINO, A. A. de; ROCHA, V. C. F.; FERREIRA, T. A. P. de C.; MOREIRA, E. de S.; BARROS FILHO, C. J. de; BRANDÃO, M. R. S.; MOURA, A. H. Conservação pós-colheita de tomate-cereja orgânico embalados com filme ativo biodegradável à base de amido e óleo essencial de cravo-da-Índia. **Concilium**, 22(2), 387-400, 2022. <https://doi.org/10.53660/CLM-138-154>

COSTA, E. S. P. et al. Caracterização física, físico-química e morfoagronômica de acessos de tomate cereja sob cultivo orgânico. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 61, p. 1-8, 2018.

DANTAS, L. O; MAIA, A. G.; MORENO, M. N.; MELO, N. G. M.; SOUZA, R. P.; SOUZA, R. A. T.; MARTIM, S. R. Análise físico-química e microbiológica de tomates-cereja (*Solanum lycopersicum* var. cesariforme) comercializados em empórios de Manaus-

AM. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, 2021.

DIAS, D. M.; RESENDE, J. T. V.; ZEIST, A. R.; GABRIEL, A.; SANTOS, M. H.; RESENDE, N. C. V.; GUERRA, E. P. Resistance of processing tomato genotypes to leafminer (*Tuta absoluta*). **Horticultura Brasileira**, v.37, p.40-46, 2019.

Embrapa Hortaliças, 2018. **A cultura do tomate**. Brasília. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/tomate-de-mesa/cultivares2>. Acesso em: 22 abril. 2023.

FAOSTAT. Roma. FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 06 julho de 2023.

FERNANDES C, CORÁ JE, BRAZ LT. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Horticultura Brasileira**. Apr;25(2):275–8, 2007. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000200029>

FERREIRA, D. C.; MOLINA, G.; PELISSARI, F. M. Efeito de Revestimento comestível de amido de mandioca e farinha de babaçu (*Orbignya phalerata*) na qualidade de frutos do Cerrado brasileiro. **Food and Bioprocess Technology**, v. 13, p. 172-179, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, S. M. R. Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba. 2004. **Tese doutorado** - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª edição revista e ampliada. Viçosa: UFV, 412p, 2008.

GRILLI, G. V. G.; BRAZ, L.T.; FIGUEIREDO, E. B. de. Fixação de frutos de tomateiro submetidos as altas temperaturas. **Horticultura Brasileira** 18: 725-727. 2000.

GUILHERME, DENILSON DE OLIVEIRA et al. Análise sensorial e físico-química de frutos tomate-cereja orgânicos. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 181-186, 2014.

IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 1. ed. Digital. São Paulo: IAL, 2008.

LENUCCI, M.; CADINU, D.; TAURINO, M.; PIRO, G; DALESSANDRO, G. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 54, n. 7. 2006.

LUCINI, T.; RESENDE, J. T.; OLIVEIRA, J. R.; SCABENI, C. J.; ZEIST, A. R.; RESENDE, N. C. Repellent effects of various cherry tomato accessions on the two-spotted

spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Genetics and Molecular Research**, v.15, n.1, 2016.

MINAMI, K. & HAANG, H. P. **O tomateiro**. 2. Ed. Campinas, fundação Cargill, 1989.

397p. NAIKA, S.; JEUDE, J. V. L. de; GOFFAU, M. de; HILMI, M.; DAM, B. V. **A**

**cultura do**

**tomate - produção, processamento e comercialização**. Wageningen, Países Baixos: Digrafi, 104p, 2006.

NASCIMENTO, A. dos R.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; FERNANDES, P. M.; RODRIGUES, J. P.; CARVALHO, W. T. de. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, v. 31, 2013.

PEREIRA, C.; MARCHI, G.; SILVA, E. C. **Produção de Tomate-caqui em Estufa**. Série extensão. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 26p. 2000

PINHO, L.; ALMEIDA, A. C.; COSTA, C. A.; PAES, M. C. D.; GLÓRIA, M. B. A; SOUZA, R. M. Nutritional properties of cherry tomatoes harvested at different times and grown in an organic cropping. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 205-211, 2011.

PRECZENHAK, A. P.; RESENDE J. T. V.; CHAGAS R. R.; SILVA P. R.; SCHWARZ K.; MORALES R. G. F. Agronomic characterization of minitomato genotypes. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 32, n. 3, p. 348-356, 2014.

RIBEIRO, E. P., & SERAVALLI. **Química de alimentos**. Editora Blucher. 2007

ROQUE, I. A. et al. Crescimento e caracterização físico-química de tomate-cereja sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. **Comunicata Scientiae**, v. 13, n. July 2021, p. e3785, 6 ago. 2022.

SAAVEDRA, G.; SPOOR, W.; HARRIER, L. Molecular markers and genetic base broadening in *Lycopersicon* spp. **Acta hort**. 546: 503-507. 2001.

SELINA, P. & BLEDSOE, M. U .S. **Greenhouse/Hothouse Hydroponic Tomato Timeline**. Village Farms, L.P. Retrieved from <http://www.cipm.info/croptimelines/pdf/USgreenhousetomato.PDF>. 2002

SILVA, A. C. F. DA et al. **Caracterização físico-química do fruto e da geleia de tomate- cereja (*Lycopersicum esculentum* Mill)**. V Encontro Nacional de Agroindústria. **Anais...**Bananeiras/PB: 2019.

ZANIN, D. S.; RESENDE, J. T. V.; ZEIST, A. R.; OLIVEIRA, J. R. F.; HENSCHER, J. M.; LIMA FILHO, R. B. Selection of processing tomato genotypes resistant to two spotted spider mite. **Horticultura Brasileira**, v.36, p.271-275, 2018.

**CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-  
QUÍMICAS, DE TEXTURA, COR, SENSORIAIS E  
MICROBIOLÓGICAS DO SARRAJÃO (SARDA SARDA)  
FRESCO**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES  
FISICOQUÍMICAS, DE TEXTURA, COLOR, SENSORIALES  
Y MICROBIOLÓGICAS DEL SARRAJÃO (SARDA SARDA)  
FRESCO**

**CHARACTERISATION OF PHYSICO-CHEMICAL,  
TEXTURE, COLOUR, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL  
PROPERTIES OF FRESH SARRAJÃO (SARDA SARDA)**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.109-122>

**Joana Solinho**

Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade (CISAS),  
Instituto Politécnico de Viana do Castelo, joanasolino@ipvc.pt

**Ricardo Pinto**

Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade (CISAS),  
Instituto Politécnico de Viana do Castelo, rpinto@ipvc.pt

**Joana Santos**

Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade (CISAS),  
Instituto Politécnico de Viana do Castelo, joana@estg.ipvc.pt

**Rita Pinheiro**

Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade (CISAS),  
Instituto Politécnico de Viana do Castelo, ritapinheiro@estg.ipvc.pt

## Resumo

Segundo a Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo de peixe é recomendado numa alimentação saudável e equilibrada, uma vez que contribui para colmatar uma parte importante das necessidades dos seres humanos, ao nível dos ácidos gordos, ómega-3 e vitaminas, prevenindo o risco de doenças cardiovasculares devido baixo teor de colesterol, e favorecendo o desenvolvimento cognitivo normal. Portugal tem o maior consumo per capita (57 kg per capita/ano) de peixe da União Europeia (23 kg per capita/ano), classificando-o como um dos maiores do mundo. Os produtos de origem marinha assumem um papel primordial na alimentação humana, cerca de 14% da proteína animal consumida pelo ser humano em todo o mundo tem origem na pesca (Bienkiewicz e Kolakowska, et al., 2003). O objetivo deste trabalho foi a caracterização das propriedades físico-químicas, de textura, cor, sensoriais e microbiológicas do Sarrajão (*Sarda sarda*) fresco, inteiro e em formato de filetes. Para tal determinou-se o teor de proteínas, lípidos, hidratos de carbono, cloretos, fibra, cinzas, humidade, a atividade da água e o pH. Efetuou-se uma análise do perfil de textura (TPA) aos filetes e à firmeza do peixe inteiro, assim como a análise à cor. Foi também realizada uma análise descritiva quantitativa (QDA®) com um painel de seis provadores semi-treinados. Foi feita uma análise microbiológica utilizando o Regulamento nº2073/2005 e as diretrizes definidas pela Agência de Proteção da Saúde (APS). De acordo com os resultados obtidos constatou-se que o Sarrajão é um peixe com alto teor proteico,  $25,4 \pm 0,32$  % (p/p). Em relação à textura, os filetes de peixe apresentam uma dureza de 3,55 N, 2,33, de coesividade, e  $-0,17$  N/mm<sup>2</sup>, de adesividade e 11,38 N de gomosidade. Ao nível da firmeza no peixe inteiro, verificou-se que a Zona 3 (barbatana caudal) revelou ser a zona com maior firmeza. Relativamente à análise da cor foi possível verificar que os filetes de Sarrajão apresentam uma baixa luminosidade (L\*) e uma cor avermelhada (a\*), 38.78, e 8.4, respetivamente. Em relação à análise sensorial, os atributos avaliados foram: cor, brilho superficial, lasca, odor característico, odor desagradável, odor amoniacal e a maresia, dureza, suculência, fibrosidade, sabor característico, sabor ácido, amargo e a maresia/algas e sabor desagradável. O painel atribuiu maior pontuação aos atributos odor a maresia, suculência e sabor característico. Os Resultados das análises microbiológicas demonstraram que, de acordo com a legislação (Regulamento 2073/2005 e as orientações definidas pela Agência de Proteção da Saúde (APS)), os filetes de Sarrajão fresco são seguros para consumo.

**Palavras-Chave:** Sarrajão, análise sensorial, propriedades nutricionais, perfil de textura, análise microbiológica.

## Resumen

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), el consumo de pescado está recomendado en una dieta sana y equilibrada, ya que contribuye a satisfacer una parte importante de las necesidades humanas, en términos de ácidos grasos, omega-3 y vitaminas, previniendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares debido a su bajo contenido en colesterol, y favoreciendo el desarrollo cognitivo normal. Portugal tiene el mayor consumo per cápita de pescado de la Unión Europea (57 kg per cápita/año),

situándose entre los más altos del mundo. Los productos marinos desempeñan un papel clave en la nutrición humana, ya que cerca del 14% de las proteínas animales consumidas por los seres humanos en todo el mundo proceden de la pesca (Bienkiewicz y Kolakowska, et al., 2003). El objetivo de este trabajo fue caracterizar las propiedades fisicoquímicas, de textura, color, sensoriales y microbiológicas del Sarrajão (*Sarda sarda*) fresco, entero y fileteado. Para ello, se determinó el contenido de proteínas, lípidos, carbohidratos, cloruros, fibra, cenizas, humedad, actividad del agua y pH. Se realizó un análisis del perfil de textura (TPA) de los filetes y de la firmeza del pescado entero, así como un análisis del color. También se realizó un análisis descriptivo cuantitativo (QDA®) con un panel de seis catadores semientrenados. Se llevó a cabo un análisis microbiológico utilizando el Reglamento 2073/2005 y las directrices definidas por la Agencia de Protección de la Salud (HPA). De acuerdo con los resultados obtenidos, se constató que el Sarrajão es un pescado con alto contenido en proteínas,  $25,4 \pm 0,32$  % (p/p). En cuanto a la textura, los filetes de pescado presentan una dureza de 3,55N, 2,33, la cohesividad, y  $-0,17\text{N}/\text{mm}^2$ , la adhesividad y 11,38N la gomosidad. En cuanto a la firmeza del pescado entero, se observó que la zona 3 (aleta caudal) era la de mayor firmeza. En cuanto al análisis del color, se pudo comprobar que los filetes de Sarrajão presentan una baja luminosidad ( $L^*$ ) y un color rojizo ( $a^*$ ), 38,78 y 8,4, respectivamente. En relación con el análisis sensorial, los atributos evaluados fueron: color, brillo superficial, astilla, olor característico, olor desagradable, olor a amoníaco y a aerosol marino, dureza, jugosidad, fibrosidad, sabor característico, sabor agrio, amargo y a aerosol marino/algas y sabor desagradable. El panel otorgó puntuaciones más altas a los atributos olor a aerosol marino, jugosidad y sabor característico. Los resultados de los análisis microbiológicos mostraron que, de acuerdo con la legislación (Reglamento 2073/2005 y las directrices definidas por la Agencia de Protección de la Salud (HPA)), los filetes frescos de Sarrajão son seguros para el consumo.

**Palabras Clave:** Sarrajão, análisis sensorial, propiedades nutricionales, perfil de textura, análisis microbiológico.

## Abstract

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the World Health Organization (WHO), fish consumption is recommended in a healthy and balanced diet, since it contributes to meeting an important part of human needs, in terms of fatty acids, omega-3 and vitamins, preventing the risk of cardiovascular diseases due to low cholesterol content, and favouring normal cognitive development. Portugal has the highest per capita consumption (57 kg per capita/year) of fish in the European Union (23 kg per capita/year), ranking it as one of the largest in the world. Marine products play a major role in human nutrition, about 14% of animal protein consumed by humans worldwide originates from fisheries (Bienkiewicz and Kolakowska, et al., 2003). The aim of this work was to characterise the physico-chemical, texture, colour, sensory and microbiological properties of fresh, whole, and filleted Sarrajão (*Sarda sarda*). For this purpose, the content of proteins, lipids, carbohydrates, chlorides, fibre, ash, moisture, water activity and pH were determined. A texture profile analysis (TPA) was carried out on the fillets and the firmness of the whole fish, as well as colour analysis. A quantitative descriptive analysis (QDA®) was also performed with a panel of six semi-trained tasters. A microbiological analysis was



carried out using Regulation 2073/2005 and the guidelines defined by the Health Protection Agency (HPA). According to the results obtained, it was found that Sarrajão is a fish with high protein content,  $25.4 \pm 0.32$  % (w/w). Regarding texture, the fish fillets have a hardness of 3.55N, 2.33, cohesiveness, and - 0.17N/mm<sup>2</sup>, adhesiveness and 11.38N gumminess. In terms of firmness in whole fish, it was found that Zone 3 (tail fin) was the area with the highest firmness. Regarding the colour analysis, it was possible to verify that the Sarrajão fillets present a low luminosity (L\*) and a reddish colour (a\*), 38.78, and 8.4, respectively. In relation to the sensory analysis, the attributes evaluated were: colour, surface gloss, splinter, characteristic odour, unpleasant odour, ammonia and sea spray odour, hardness, juiciness, fibrousness, characteristic flavour, sour, bitter and sea spray/algae flavour and unpleasant flavour. The panel gave higher scores to the attributes sea spray odour, juiciness and characteristic taste. The results of the microbiological analyses showed that, according to the legislation (Regulation 2073/2005 and the guidelines defined by the Health Protection Agency (HPA)), fresh Sarrajão fillets are safe for consumption.

**Keywords:** Sarrajão, sensory analysis, nutritional properties, texture profile, microbiological analysis.

## Introdução

O Sarrajão pertence à espécie Scombridae e apresenta-se amplamente distribuído no Oceano Atlântico, Mediterrâneo e Mar Negro. É uma espécie epipelágica que ocorre em profundidades entre 80 e 200 m, suporta temperaturas entre 12 °C e 27 °C e salinidade de cerca de 14 a 39 PPM (Collette e Nauen et al., 1983; Maigret e Ly et al., 1986; FAO-FIGIS, 2005; Turan et al., 2007).

O Sarrajão (*Sarda sarda*) é o único representante deste género em águas portuguesas. É um peixe de tamanho médio (máximo - 90 cm) que vive em águas superficiais. O seu corpo tem uma forma hidrodinâmica e é coberto por pequenas escamas. O dorso é de cor verde-azulada com faixas escuras oblíquas (verticais nos juvenis) (5 a 11), com os flancos e o ventre prateados. Com barbatanas dorsais adjacentes, sendo a anterior a maior, com 20 a 23 espinhos. A barbatana caudal é bifurcada característica comum a outros Scombridae como o atum e a cavala (DOCAPESCA, 2021).

De acordo com o relatório anual sobre o estado das pescas exploradas pela frota nacional continental portuguesa (IPMA, 2018), o Sarrajão é uma espécie do Atlântico Nordeste (Zona 27 da FAO), capturada maioritariamente por redes de cerco e arrasto, e com palangres. No Oceano Atlântico, as capturas de Sarrajão têm vindo a aumentar gradualmente desde 2016 com uma captura significativa nos últimos anos (ICCAT, 2021).

Relativamente à composição nutricional do Sarrajão, e de acordo Moreiras et al., (1998), este contém, por 100g de peixe, cerca de 6 g de lípidos, não contém hidratos de carbono nem fibra, o teor proteico situa-se entre os 21 g, e é composto por 73 g de água.

Os pontos de referência biológicos deste pescado não estão determinados e o estado de conservação dos stocks é desconhecido. Tratando-se de uma espécie com poucos dados disponíveis, os pontos de referência são obtidos a partir da distribuição das frequências de comprimento. (por exemplo, Lopt: comprimento óptimo de pesca, e L50: tamanho na primeira maturidade). Desconhece-se o parecer científico sobre a gestão das unidades populacionais desta espécie (IPMA, 2018).

O objetivo deste estudo focou-se na caracterização das propriedades físico-químicas, textura, cor, sensoriais e microbiológicas do Sarrajão (*Sarda sarda*) fresco inteiro e em forma de filete.

## Metodologia

### Matérias-primas

O Sarrajão (*Sarda sarda*) foi capturado no Oceano Atlântico, Zona Norte de Portugal durante o mês de março e adquirido na lota de Esposende (Zona litoral Norte de Portugal). O peixe foi transportado para o laboratório, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viana do Castelo, em gelo numa caixa de poliestireno. Posteriormente, o peixe foi eviscerado, filetado em porções com as dimensões de 2,5 x 2,5 cm, e lavado com água potável.

### Preparação das amostras

No caso das análises químicas as amostras de filetes foram trituradas num equipamento Ultra-Turrax IKA (modelo T18D, Alemanha).

A análise à textura e à cor foi realizada ao peixe inteiro e aos filetes (2,5 x 2,5 cm). No caso da análise sensorial foram utilizados os filetes com as dimensões de 2,5 x 2,5 cm para serem avaliados pelo painel de provadores.

## Métodos analíticos

Para a determinação do pH e da atividade da água, foram utilizados os equipamentos pH-meter CRISON pH 25+ e Novasina, AW Lab Set H, respetivamente. O teor de humidade foi determinado de acordo com o método AOAC 925.10:1995. O teor em hidratos de carbono foi determinado de acordo com o método colorimétrico DNS baseado em Analytical Chemistry of Foods (James, 1995). Os teores de fibra bruta, cloretos e cinzas foram determinados segundo os métodos AOAC 962.09:1995, NP 2929:2009 e AOAC 938.08:1995, respetivamente. A proteína foi determinada pelo método AOAC 955.04:1995 e o teor lipídico pelo método AOAC 920.39:1995. Todas as análises foram efetuadas em triplicado.

Relativamente à textura, foi realizada uma Análise de Perfil de Textura, na qual foi utilizada a sonda cilíndrica P10 e o equipamento, TA-XT2i Texture Analyser), e foi também realizada uma análise da firmeza do peixe inteiro.

Na análise à textura do peixe utilizou-se um texturómetro TA.XT.plus (Stable Microsystems, Reino Unido) acoplado com uma célula de carga 0,49 N e a aquisição de dados com conseqüente registo de força foi realizada através do software "Exponent". Na avaliação da firmeza do peixe inteiro, através de um teste de compressão, recorreu-se à sonda esférica P0,25S. No caso do filete de peixe utilizou-se a sonda P/10 através da análise de Perfil de Textura (TPA). Procedeu-se a 12 leituras para cada análise.

Para a determinação da cor utilizou-se um colorímetro Minolta CR-300 (Konica Minolta, USA) utilizando o sistema CIE L\* a\* b\*. Previamente à determinação da cor das amostras, procedeu-se à calibração do colorímetro. Procedeu-se a 15 leituras.

Para a análise sensorial, foi efetuada uma análise descritiva quantitativa (QDA®) com seis provadores treinados, de acordo com a norma ISO 6658:2017. Os atributos avaliados pelos provadores foram: cor, brilho superficial, lasca, odor característico, odor desagradável, odor amoniacal e a maresia, dureza, suculência, fibrosidade, sabor característico, sabor ácido, amargo e a maresia/algas e sabor desagradável. Estes atributos foram avaliados numa escala de intensidade de 10 pontos (1 - menor intensidade, 10 - maior intensidade). Além disso, a amostra foi classificada em termos gerais (de 1 a 5 pontos: 1 - muito mau, 5 - excelente).

Em relação à caracterização microbiológica foram efetuadas análises aos seguintes microrganismos: Microrganismos a 30°C, Bolores e Leveduras, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae*, *Estafilococos Coagulase (+)* and *Listeria monocytogenes* e *Pseudomonas*, como forma de caracterizar a flora microbiana do peixe de acordo com o Regulamento nº 2073/2005 e o guia com orientações definidas pela Agência de Proteção da Saúde (APS).

## Resultados e discussão

Na Tabela 1 encontram-se os resultados da caracterização química e nutricional do Sarrajão (*Sarda sarda*) capturado no mês de março (Primavera).

Tal como é possível observar na Tabela 1, no que diz respeito à atividade da água, obteve-se o valor de 0,97. Estando de acordo com o que foi obtido por Altan *et al.* (2022) para este tipo de alimento, para a mesma espécie de pescado, capturado no Mar Negro.

**Tabela 1:** Resultados da caracterização química e nutricional do Sarrajão fresco. Valores médios  $\pm$  desvio padrão para n=3.

Parâmetros	Sarrajão
Lipídios (% p/p)	1,21 $\pm$ 0,32
Hidratos de Carbono (% p/p)	<0,002*
Fibra (% p/p)	1,52 $\pm$ 0,14
Proteína (% p/p)	25,4 $\pm$ 0,32
Cloretos (% p/p)	0,27 $\pm$ 0,09
Humidade (% p/p)	72,64 $\pm$ 0,32
Cinzas (% p/p)	1,41 $\pm$ 0,02
pH	5,85 $\pm$ 0,03
aw	0,97

\*Valores abaixo do limite de detecção do método.

Fonte: própria (2023).

O teor de humidade obtido para o Sarrajão foi de 72,64  $\pm$  0,32 %, valor idêntico ao obtido por Moreiras *et al.* (1998), 73g, para a mesma espécie de pescado.

Relativamente ao teor proteico verificou-se que o filete de Sarrajão apresenta um valor de  $25,4 \pm 0,32$  %, resultados similares,  $22,18 \pm 0,57$  %, foram obtidos por Altan *et al.* (2022).

Os resultados obtidos para o teor de cinzas, cloretos e fibras foi de  $1,41 \pm 0,02$  %,  $0,27 \pm 0,09$  % e  $1,52 \pm 0,14$  %, respetivamente.

Para o teor de hidratos de carbono foram efetuadas leituras de absorvância abaixo do limite de detecção, o que significa que esta espécie de peixe marinho não contém teor de hidratos de carbono (detetavel para os limites utilizados).

Os resultados do teor de lípidos revelaram que os filetes apresentam um baixo teor de gordura,  $1,21 \pm 0,32$  %.

Por comparação com outras espécies, como sendo o atum (Instituto Ricardo Jorge, 2023), verifica-se que os valores obtidos para a espécie Sarrajão são muito próximos no caso do teor de proteína, 24,1 g/100g, e teor de humidade 68,7 g/100g, com exceção do teor de lípidios em que o do atum se revela superior, 4,9 g/100g.

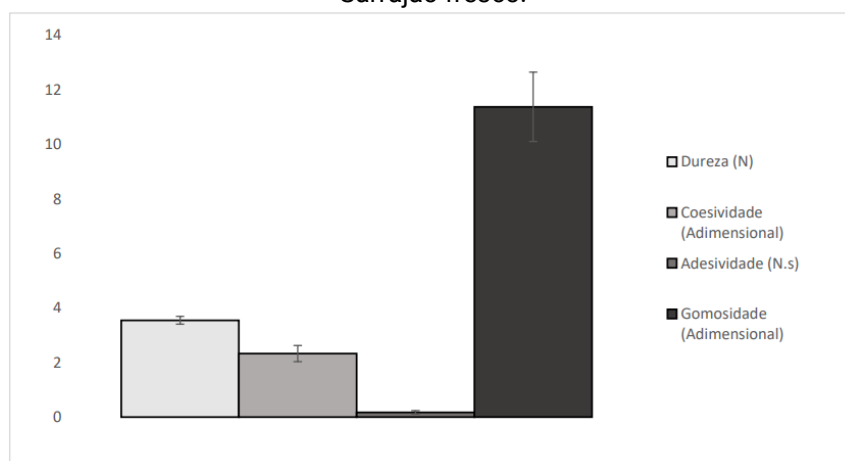
Relativamente à análise da textura dos filetes de Sarrajão fresco, os valores obtidos para os vários parâmetros analisados foram 3,55N para a dureza, 2,33 para a coesividade, - 0,17N/mm<sup>2</sup> para a adesividade, 11,38N para gomosidade, tal como apresentado na Tabela 2 e Figura 1.

**Tabela 2:** Valores obtidos para os diferentes parâmetros da análise à textura realizada ao Sarrajão fresco.

Dureza	Coesividade	Adesividade	Gomosidade
3,55 N	2,33	-0,17 N.mm <sup>2</sup>	11,38 N

Fonte: própria (2023).

**Figura 1:** Valores obtidos para os diferentes parâmetros da análise à textura para os filetes de Sarrajão fresco.

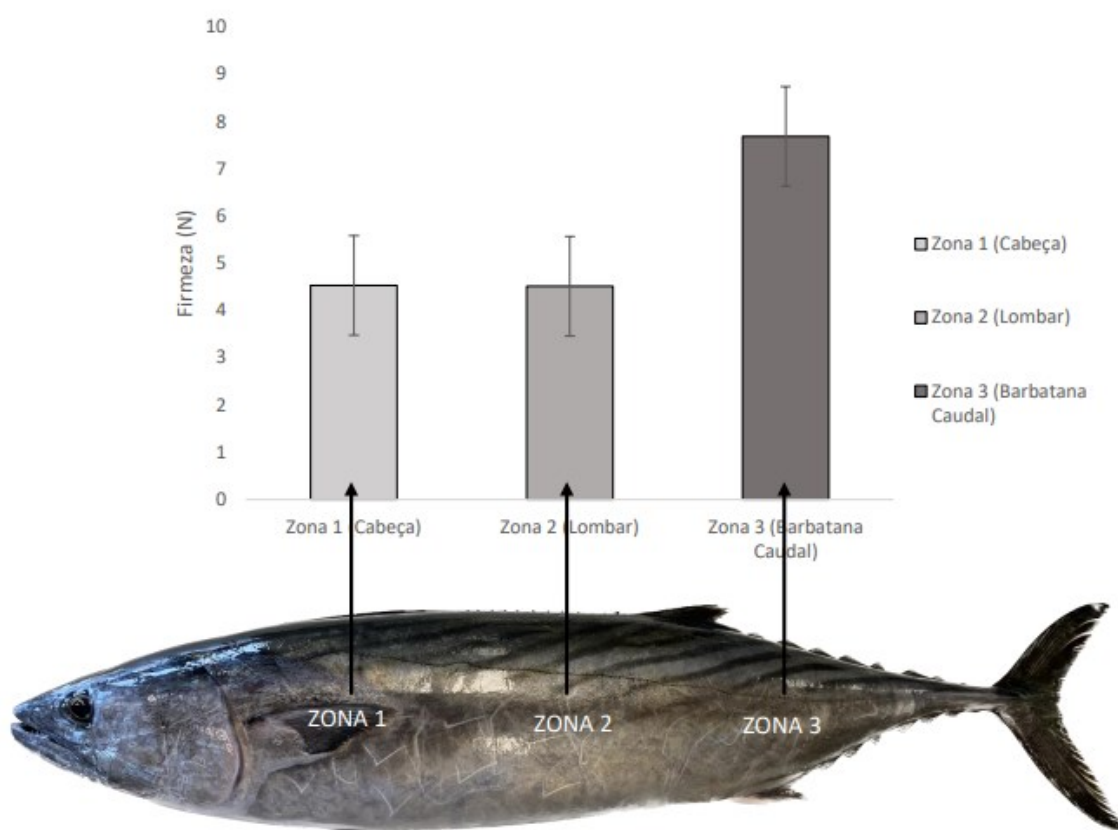


Valores médios ± desvio padrão para n=12.

Fonte: própria (2023).

Em relação à análise da textura no peixe inteiro, foi realizado um teste de compressão para avaliar a dureza das várias zonas do peixe: Zona 1 – Cabeça, Zona 2 – Lombar e Zona 3 – Barbatana Caudal, representado na Figura 2.

**Figura 2:** Representação gráfica da análise à textura efetuada no peixe inteiro, tendo em conta as várias zonas do peixe.



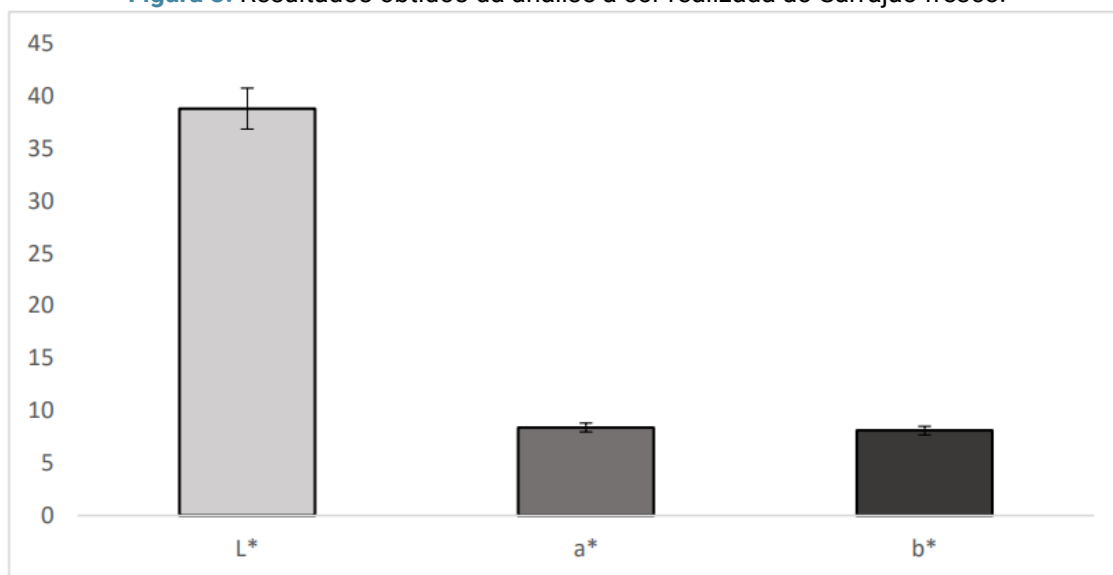
Valores médios  $\pm$  desvio padrão para n=6.

Fonte: própria (2023).

Após a análise da Figura 2, foi possível observar que a Zona 3 (barbatana caudal) apresenta maior firmeza em relação às zonas antecedentes, Zona 1 e 2. Este resultado pode estar relacionado com o facto da zona da barbatana caudal conter menos parte muscular comestível, fazendo com que esteja mais perto da espinha tornando esta zona mais dura.

Na Figura 3 encontram-se representados os valores obtidos na determinação da cor do filete de peixe de sarrajão. Verifica-se que se obteve um valor de luminosidade baixo, 38.78, e para os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  obtiveram-se os valores de 8.4 e 8.11, respetivamente.

**Figura 3:** Resultados obtidos da análise à cor realizada ao Sarrajão fresco.

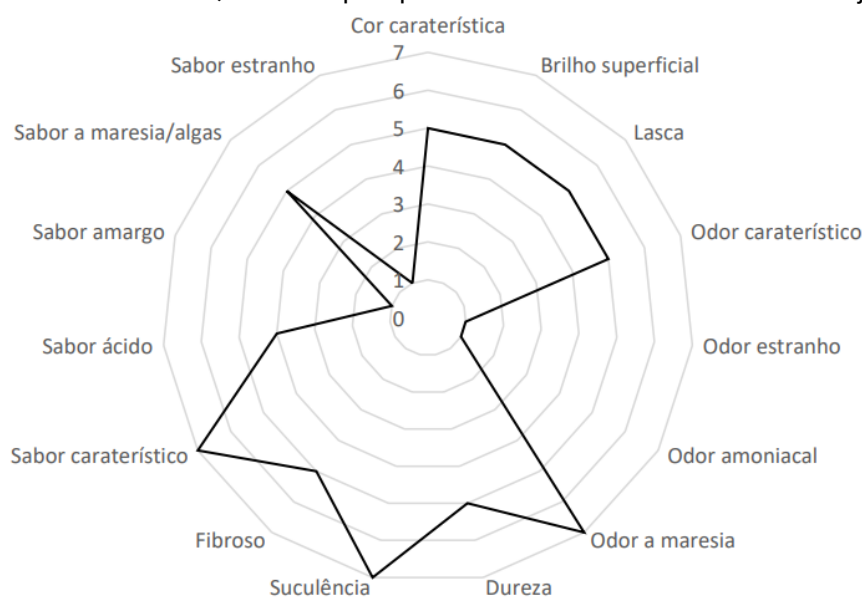


Valores médios ± desvio padrão para n=15.

Fonte: Autoria própria (2023).

No que diz respeito à análise sensorial, foi realizado uma análise descritiva quantitativa (ADQ®), com um painel de seis provadores semi-treinados, com o intuito de classificar vários atributos, nomeadamente, cor, brilho superficial, lasca, odor característico, odor desagradável, odor amoniacal e a maresia, dureza, suculência, fibrosidade, sabor característico, sabor ácido, amargo e a maresia/algas e sabor desagradável, através de uma escala de intensidade de 10 pontos (1 - menor intensidade, 10 - maior intensidade).

**Figura 4:** Resultados da ADQ realizada pelo painel semi-treinado os filetes de Sarrajão fresco.



Fonte: própria (2023).

Após análise dos resultados da Figura 4 é possível verificar que o painel atribuiu maior pontuação,7, aos atributos odor a maresia, suculência e sabor característico, em seguida com pontuação 5, aos atributos, sabor a maresia/algas, cor característica, brilho superficial, lasca e odor característico e dureza. Os atributos que obtiveram menor pontuação,4, foram o sabor ácido e textura fibrosa. Os restantes atributos obtiveram pontuação 1 (indicando ausência), uma vez que se referiam a atributos desfavoráveis no pescado, ou seja, odor estranho, amoniacal, sabor amargo e estranho.

Foram realizadas análises a vários microrganismos com o intuito de verificar qual a flora microbiana do Sarrajão fresco. Para tal analisaram-se os seguintes microrganismos: Microrganismos a 30°C, *Escherichia Coli*, Bolores e Leveduras, *Enterobacteriaceae*, *Estafilococos coagulase (+)*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.* e *Pseudomonas*, os valores obtidos para cada análise encontram-se apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Resultados obtidos para a caracterização microbiológica do Sarrajão fresco.

Microrganismos a 30°C	<i>Escherichia Coli</i>	Bolores e Leveduras	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Estafilococos coagulase (+)</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Pseudomonas</i>
1x10 <sup>2</sup> UFC/ml	<10 UFC/ml	<100 UFC/ml	<10 UFC/ml	<10 UFC/ml	Ausente em 25g	Ausente em 25g	Presente <100 UFC/ml

Fonte: própria (2023).

Relativamente aos valores apresentados na Tabela 3, as análises microbiológicas demonstram que as contagens foram inferiores a <10 UFC/ml, <100 UFC/ml, <10 UFC/ml, <10 UFC/ml e <100 UFC/ml para *Escherichia Coli*, Bolores e Leveduras, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus coagulase (+)* e *Pseudomonas*, respetivamente. Não foram detetadas *Listeria monocytogenes* e *Salmonella spp.* em 25g de produto.

De acordo com a legislação aplicável, Regulamento nº2073/2005 e as diretrizes definidas pela Agência de Proteção da Saúde (APS), com estes resultados pode concluir-se que o Sarrajão fresco é seguro para consumo.



## Conclusões ou considerações finais

Com este trabalho foi possível fazer uma caracterização das propriedades físico-químicas do Sarrajão, o qual apresenta um conteúdo lipídico de  $1,21 \pm 0,32$  %, um teor de fibra de  $1,52 \pm 0,14$  %, de proteína de  $25,4 \pm 0,32$  %, de cloretos de  $0,27 \pm 0,09$  %, e de cinzas de  $1,41 \pm 0,02$  %, contém  $72,64 \pm 0,3$  % de humidade, tem pH  $5,85 \pm 0,03$  e  $0,97$  de aw. O que permite concluir que este é um alimento com elevado conteúdo proteico e baixo teor lipídico.

As propriedades de textura e cor também foram caracterizadas ao nível do peixe inteiro e em forma de filete. Os filetes apresentaram uma dureza de  $3,55$  N e uma baixa luminosidade,  $38,78$ . Concluiu-se que a zona da barbatana caudal é a zona mais dura do peixe inteiro fresco.

A análise sensorial aos filetes permitiu classificá-los como tendo elevado odor a maresia, suculência e sabor característico, e baixo sabor ácido e pouca textura fibrosa.

Por fim as análises microbiológicas, demonstraram que, de acordo com a legislação aplicável pelo Regulamento nº2073/2005 e as diretrizes definidas pela Agência de Proteção da Saúde (APS), os resultados obtidos para as contagens e pesquisas efetuadas revelaram que o Sarrajão fresco é seguro para consumo humano.

## Referências

ALTAN, C. O., KÖSTEKLI, B., ÇORAPCI B., SEDAT İPAR, M., KOCATEPE, D., TURAN, H. (2022). The sensory characteristics, nutritional profile and physical changes of the Atlantic bonito (*Sarda Bloch, 1793*) gravlax: Effect of dill (*Anethum graveolens*) and garden cress (*Lepidium sativum*). *International Journal of Gastronomy and Food Science* (28).

AOAC 920:39 (1995). AOAC Official Methods of Fat (crude) or ether extract in animal feed. Official Methods of Analysis of AOAC International.

AOAC 925.10 (2000). AOAC Official Methods of Analysis for Moisture. Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC 938.08 (1995).

AOAC Official Method of Ash of Seafood. Official Methods of Analysis of AOAC International.

AOAC.955:04 (1995). AOAC Official Method of Nitrogen Total in Fertilizers Official Methods of Analysis of AOAC International.

AOAC.962:09 (1995). AOAC Official Method of Fiber Crude in Animal feeds. Official Methods of Analysis of AOAC International.

BIENKIEWICZ, G., KOLAKOWSKA, A. (2003). Effects of lipid oxidation on fish lipids – amylopectin interactions. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 105 (8). 410- 418.

COLLETTE, B.B., NAUEN, C.E. (1983). *FAO species catalog. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalog of tunas, mackerels, bonitos, and relate species known to date.* *FAO Fish. Synop.* 125 (2), 137.

DocaPesca. Consultado a 6 de maio de 2021, disponível em: <http://www.docapesca.pt/pt/estatisticas/diarias.html>.

FAO-FIGIS, 2005. A world overview of species of interest to fisheries. Chapter: *Sarda sarda*. Retrieved on 08 July 2005, from [www.fao.org/figis/servlet/species?fid=2471](http://www.fao.org/figis/servlet/species?fid=2471). 3p. FIGIS Species Fact Sheets. Species Identification and Data ProgrammeSIDP, FAO-FIGIS.

FAO. (2020a). *Fisheries and aquaculture statistics. Global aquaculture and fisheries production 1950–2018 (Fishstat)*. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Department.

ICCAT. 2021. Report of the 2021 iccat small tunas species group intersessional meeting (Online 17-20 May 2021). SMT INTERSESSIONAL MEETING, ONLINE 2021.

Instituto Ricardo Jorge, 2023. Tabelas de composição dos alimentos. Consultado a 19 de junho de 2023, disponível em: <http://portfir.insa.pt/foodcomp/food?23645>.

ISO 6658:2017. *General guidance of Methodology of Sensory analysis*.

MAIGRET, J., LY, B. (1986). *Les poissons de mer de Mauritanie*. *Sci. Nat., Compiègne* 213.

MARTINS, R., REBORDÃO, F., CARNEIRO, M. (2015). *Contribuição para o conhecimento das artes de pesca utilizadas no rio Cávado*, Publicações avulsas do IPMA.

MOREIRAS, O., CARBAJAL, A., CABRERA L., CUADRADO, C., (1998). *Tablas de Composición de Alimentos*.

Norma portuguesa 2929. *Produtos de pesca e aquacultura. Determinação do Teor de Cloretos*. 2009.

TURAN, C. (2007). *Atlas and Systematics of Marine Bony Fishes of Turkey*. 1st edition. Nobel Publishing House, Adana, Turkey.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Blue Project, Bioeconomy, People, Sustainability, Health (PT- INNOVATION-0105). Iceland Liechtenstein Norway EEA grants. Blue Growth Programme. Call2 – Business, Development, Innovation and SMEs. Este estudo foi apoiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) no âmbito do financiamento estratégico da unidade UIDB/04469/2020, e pelo LABBELS - Laboratório Associado em Biotecnologia, Bioengenharia e Sistemas Microelectromecânicos, LA/P/0029/2020.

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: INFLUÊNCIA DE FATORES ORIUNDOS DA PRODUÇÃO ANIMAL QUE AFETAM A QUALIDADE DA CARNE BOVINA**

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: INFLUENCIA DE LOS FACTORES DERIVADOS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA CARNE**

**LITERATURE REVIEW: INFLUENCE OF FACTORS ARISING FROM ANIMAL PRODUCTION THAT AFFECT THE QUALITY OF BEEF**

**DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.123-140>**

**Victoria Athina de Almeida Pinto**

Zootecnista, Especialista em Gestão da Qualidade e Higiene de Produtos de Origem Animal pela UNIMAIS, [victoriaathinaap@gmail.com](mailto:victoriaathinaap@gmail.com)

**Francisca Giselle da Cruz**

Tecnóloga em alimentos, Mestre em Tecnologia dos alimentos, Doutora em Zootecnia. Professora do IFCE - *campus* Crato, [giselle@ifce.edu.br](mailto:giselle@ifce.edu.br)

**Francielly Corrêa Albergaria**

Engenheira de Alimentos, Mestre em Ciência dos Alimentos, Doutoranda em Ciências dos Alimentos, UFLA, [francielly.albergaria1@estudante.ufla.br](mailto:francielly.albergaria1@estudante.ufla.br)

## Resumo

Devido ao seu alto valor proteico, possuir boa porcentagem de nutrientes que satisfaz as exigências nutricionais diárias e sua palatabilidade, a carne torna-se um produto atrativo ao consumo. Atributos como cor, sabor, maciez, teor de gordura e marmoreio são utilizadas para a escolha da carne pelo cliente. Esses aspectos têm os tornado indicadores de qualidade do produto, que pode ser entendida como o conjunto de propriedades e percepções do alimento que podem agradar ou não o consumidor. Conhecer o perfil do consumidor final pode contribuir para a oferta de um produto de melhor qualidade além de contribuir para que os empreendimentos sejam ou continuem mais competitivos e conquistar novos clientes. Dentre os fatores ligados à produção animal que podem interferir na qualidade da carne está a escolha da raça, sexo, idade dos animais, nutrição de precisão aplicada e o manejo utilizado. Objetivou-se com esta revisão bibliográfica abordar sobre tais fatores que podem tornar a carne atrativa ou não ao consumidor. Percebe-se que influenciam na maciez, marmoreio, suculência e aspecto visual da carne, bem como interferem na taxa de crescimento dos animais e composição da carcaça, além de que a utilização de protocolos que visem bem-estar animal no manejo evitam sofrimento aos animais, perdas pela toailete, defeitos na carne, como a condição DFD (dark, firm and dry ou escura, firme e seca), que não possui propriedades atrativas, causando prejuízos econômicos aos frigoríficos, por ser imprópria para elaboração de alguns produtos industriais e favorecer o crescimento de microrganismos devido seu pH final, fazendo com que diminua seu período de conservação.

**Palavras-Chave:** qualidade da carne; indicadores; bovinocultura; produção animal.

## Resumen

Por su alto valor proteico, por tener un buen porcentaje de nutrientes que satisfacen los requerimientos nutricionales diarios y por su palatabilidad, la carne se convierte en un producto atractivo para el consumo. Atributos como el color, el sabor, la ternura, el contenido de grasa y el marmoleo se utilizan para la elección de la carne por parte del cliente. Estos aspectos los han convertido en indicadores de la calidad del producto, que puede entenderse como un conjunto de propiedades y percepciones de los alimentos que pueden o no agradar al consumidor. Conocer el perfil del consumidor final puede contribuir a ofrecer un producto de mejor calidad, además de ayudar a las empresas a ser o seguir siendo más competitivas y a captar nuevos clientes. Entre los factores relacionados con la producción animal que pueden interferir en la calidad de la carne está la elección de la raza, el sexo, la edad de los animales, la nutrición de precisión aplicada y el manejo utilizado. El objetivo de esta revisión bibliográfica fue abordar aquellos factores que pueden hacer que la carne sea atractiva o no para el consumidor. Se percibe que influyen en la ternura, marmoleo, jugosidad y apariencia visual de la carne, así como interfieren en la tasa de crecimiento de los animales y composición de la canal, además del uso de protocolos encaminados al bienestar animal en el manejo, evitando el sufrimiento a los animales, pérdidas por faenado, defectos en la carne, como la condición DFD (dark, firm and dry o oscura, firme y seca), que no tiene propiedades atractivas, provocando pérdidas económicas a los mataderos, por no ser apta para la elaboración de algunos alimentos industriales. productos y favorece el crecimiento de microorganismos por su pH final, reduciendo

su periodo de almacenamiento.

**Palabras Clave:** calidad de la carne; indicadores; criar ganado; producción animal.

## Abstract

Due to its high protein value, having a good percentage of nutrients that satisfy daily nutritional requirements and its palatability, meat becomes an attractive product for consumption. Attributes such as color, flavor, tenderness, fat content and marbling are used for the choice of meat by the customer. These aspects have made them indicators of product quality, which can be understood as a set of properties and perceptions of food that may or may not please the consumer. Knowing the profile of the final consumer can contribute to offering a better quality product, in addition to helping businesses to become or remain more competitive and to win new customers. Among the factors related to animal production that can interfere with the quality of the meat is the choice of breed, sex, age of the animals, applied precision nutrition and the management used. The objective of this bibliographic review was to address such factors that can make meat attractive or not to the consumer. It is noticed that they influence the tenderness, marbling, juiciness and visual appearance of the meat, as well as interfere with the growth rate of the animals and carcass composition, in addition to the use of protocols aimed at animal welfare in handling, avoiding suffering to the animals, cut losses, defects in the meat, such as the DFD (dark, firm and dry) condition, which does not have attractive properties, causing economic losses to slaughterhouses, as it is unsuitable for the preparation of some industrial products and favors the growth of microorganisms due to its final pH, reducing its storage period.

**Keywords:** meat quality; indicators; cattle breeding; animal production.

## Introdução

Em 2021 foram abatidas cerca de 27, 54 milhões de cabeças de gado bovino sob inspeção sanitária (IBGE, 2021). O Brasil foi considerado o maior exportador de carne bovina e o terceiro maior consumidor, ficando atrás dos Estados Unidos e China (ABIEC, 2022). No primeiro e segundo trimestre de 2022, foram abatidas cerca de 14,34 milhões de cabeças gerando em torno de 3,79 milhões de toneladas de carcaça (IBGE,2022).

A carne possui alto valor proteico que satisfaz boa percentagem das necessidades diárias nutricionais contribuindo para a promoção da saúde humana quando inserida de forma equilibrada na dieta, além de apresentar boa palatabilidade sendo atrativo seu consumo (SILVA, 2015). Atributos como cor, maciez, odor, sabor, teor de gordura, marmoreio e textura são determinantes da qualidade no ato da compra (LEITE *et al.*,2020). Conhecer o perfil do consumidor final é importante para

os empreendimentos serem ou continuarem sendo competitivas e conquistar novos clientes (MOREIRA *et al.*, 2017).

Hocquette *et al.* (2012) definem o termo “qualidade da carne” como conjunto de propriedades e percepções de alimento que agradam ou não o consumidor. Segundo Paul D. Warriss (2000), os atributos de qualidade da carne são rendimento e composição (quantidade de produto comercializável, percentual de carne magra e espessura de gordura, e conformação da carcaça), aparência e características tecnológicas (cor, capacidade de retenção de água, textura, quantidade de marmoreio, e composição físico-química do músculo), palatabilidade (maciez, suculência, sabor e odor), integridade do produto (qualidade nutricional, segurança química, física e biológica) e qualidade ética (procedimentos de bem-estar aplicados desde o nascimento do animal).

De acordo com Bridi (2011), existem fatores intrínsecos e extrínsecos que podem ser controlados na produção animal e que influenciam a qualidade da carne. Os primeiros correspondem a raças, sexo e idade dos animais, já os segundos a nutrição e manejo que afetam a velocidade de crescimento dos mesmos. Segundo Petrolina (2014), o crescente consumo da carne bovina provoca em seus consumidores a preocupação com o bem-estar animal tornando-se também um fator de qualidade da carne. A aplicação de medidas que visem o bem-estar animal é de responsabilidade de manejadores e manipuladores em etapas pré-abate (embarque, transporte, desembarque, descanso e insensibilização) levando-se em consideração a ética, o profissionalismo e a responsabilidade humanitária.

Diante do exposto, objetivou-se com esta revisão bibliográfica abordar aspectos da produção animal que influenciam na qualidade da carne bovina, podendo torná-la atrativa ou não ao consumidor.

## Desenvolvimento

### Idade

O crescimento dos animais ocorre de forma alométrica, isto é, possui velocidade diferente de crescimento dos tecidos, sendo o primeiro a ser depositado o nervoso seguido do ósseo, muscular e adiposo. Assim, com o avançar da idade, as carcaças irão apresentar maior percentagem de gordura e marmorização (LAWRIE,

2005). As quantidades e os entrecruzamentos covalentes das fibras de colágeno internas aumentam com a maturidade do animal e com a maior atividade física do músculo, o que influencia a maciez da carne (SILVA, 2015), fazendo com que o colágeno se torne menos solúvel na cocção, tornando a carne dura. Percebe-se que o aumento da maturidade das carcaças acarreta aumento significativo na força de cisalhamento das carnes (BRIDI; CONSTANTINO; TARSITANO, 2022)

A maturidade da carcaça é determinada pelas características de ossificação do esqueleto e combinadas com as características de cor e textura da área de olho de lombo (músculo *longissimus*). Em animais jovens, a carne apresenta coloração vermelha brilhante (vermelho-cereja) e textura fina devido o menor diâmetro de fibras. Desta forma, à medida que o animal envelhece, a carne torna-se mais escura com textura grosseira e fibras de maior diâmetro. A cor e textura do músculo podem afetar a aparência dos cortes e, conseqüentemente, a aceitabilidade do consumidor (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2014). O mesmo associa a cor escura da carne à animais velhos e de maior rigidez, tendo maior preferência por carnes frescas de coloração vermelho brilhante (MOREIRA *et al.*, 2017).

## Sexo

As carcaças são classificadas de acordo com a sua categoria, podendo ser fêmeas, machos inteiros ou machos castrados (MAGNO, 2014). Os machos inteiros crescem mais rápido e depositam menos gordura que as fêmeas e machos castrados (SILVA, 2015).

A androsterona e a testosterona, hormônios sexuais masculinos, estimulam o desenvolvimento muscular, aumentando a síntese proteica com menor deposição de gordura, desta forma, os machos apresentam maior tamanho comparado às fêmeas. Já o estrogênio e a progesterona nas fêmeas favorecem a síntese e deposição de gordura. Assim, animais machos e fêmeas com o mesmo peso apresentam estruturas corporais distintas, sendo os primeiros mais musculosos e magros, enquanto que as fêmeas mais gordas (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

As diferenças entre machos e fêmeas quanto ao crescimento e conformação corporal podem ser reduzidas com a castração dos machos que gera maior deposição de gordura na carcaça, em especial a subcutânea, e apresenta menor taxa do



crescimento em peso vivo (aproximadamente 10 %) e em músculo (aproximadamente 17 %), comparando com animais inteiros (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

### Genética/ Raça

A carne de animais zebuínos é conhecida como dura devido sua predominância em criação a pasto e por serem abatidos mais velhos em comparação com as raças precoces de bovinos americanos ou europeus, além da correlação entre a idade de abate dos animais e o número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos causando uma maior rigidez da carne, e ainda pela menor deposição de gordura na carcaça e ao fato de não apresentar gordura intramuscular (marmorização), favorecendo o resfriamento mais rápido das massas musculares, causando o encurtamento dos sarcômeros (unidades contráteis dos músculos) e, conseqüentemente, o endurecimento da carne (OLIVEIRA, 2000). A gordura intramuscular estimula a sensação de suculência melhorando a palatabilidade da carne e funciona como barreira contra perda de suco muscular durante o cozimento (ROÇA, 2012).

Raças zebuínas e seus cruzamentos são conhecidas por produzirem carne menos macia em comparação às raças taurinas (principalmente o músculo *longissimus dorsi*, popularmente conhecido por contra filé,) por apresentar mais calpastatinas do que o gado europeu (SILVA, 2015). Rubensam et al. (1998) ao avaliarem cruzamentos *Bos indicus* x *Bos taurus*, observaram que à medida que a participação dos primeiros ultrapassa 25%, a atividade de calpastatina e a força de cisalhamento do contrafilé aumentam resultando em uma carne mais dura. A calpaína é a principal responsável pelo amaciamento da carne no processo de maturação post mortem, sendo a calpastatina o seu inibidor (BRIDI; CONSTANTINO; TARSITANO, 2022).

Comparando *Bos indicus* e animais cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus*, Andrade et al. (2010), Heinemann, Pinto e Romanelli (2003) e Bianchini et al. (2007) observaram que a carne dos animais cruzados apresenta maior maciez. Moreira et al. (2003) verificaram menor peso de carcaça e grau de marmoreio (gordura intramuscular) com o aumento de sangue de animais *Bos taurus*.

Embora a genética do animal (genótipo) tenha influência no potencial para o crescimento e desenvolvimento do animal, para que ela consiga se expressar, depende

de fatores como alimentação fornecida, meio ambiente, e o sistema de criação (fenótipo) (GOMIDE; RAMOS; FONTE, 2013).

### Alimentação

O grau de acabamento (espessura de gordura subcutânea - ESG) e o teor de gordura intramuscular na carcaça podem ser influenciados pela alimentação fornecida ao animal interferindo na maciez da carne. (MALTIN *et al.*, 2003; PACHECO *et al.*, 2005). De acordo com Moletta, Torrecilhas e Orgaanachi (2014), o fornecimento de menor quantidade de concentrados na fase de engorda resultará em menor taxa de gordura no animal, já uma maior, proporcionará maior taxa de gordura. Conforme Prado (2010), dietas com alto teor de energia deve ser oferecidas, buscando melhor aproveitamento da eficiência produtiva que os animais inteiros possuem.

Bovinos terminados em confinamento apresentam maior rendimento de carcaça em relação a animais terminados à pasto, pois produzem carcaças com maior acabamento (BRIDI; CONSTANTINO; TARSITANO, 2022). Macedo *et al.* (2001) trabalhando com diferentes tipos de alimentação observou rendimento de 58,91% para animais confinados e 56,36% para animais terminados em pastejo.

### Manejo

O tipo de sistema de criação pode interferir na coloração do músculo. Animais terminados à pasto apresentam coloração mais escura que os confinados devido a idades diferentes e quantidade de exercício físico, o que aumenta a quantidade de mioglobina no músculo (BRIDI; CONSTANTINO; TARSITANO, 2022). Condições ambientais como umidade, intensidade de luz e temperatura na qual os animais são criados podem influenciar na taxa de crescimento, expressão da carga genética e conseqüentemente na composição tecidual da carcaça. Alterações de temperatura no ambiente podem afetar a taxa de conversão e consumo alimentar, além da distribuição dos diferentes componentes da carcaça, como ocorre quando um animal está sujeito a baixas temperaturas, onde seu depósito de gordura é queimado para gerar calor necessário para manter a temperatura corporal, gerando carcaça mais magra e menor conversão alimentar. Enquanto em temperaturas elevadas, há menor ingestão de alimentos, podendo interferir na taxa de crescimento animal e de seus diferentes tecidos (GOMIDE, RAMOS, FONTES, 2013).

Outro importante fator que está ligado ao manejo é a sanidade do rebanho com a ausência de doenças, ferimentos e segurança alimentar do processo produtivo, além de técnicas que visem o bem-estar animal. A ausência destas pode ocasionar a produção de carne de qualidade inferior gerando prejuízos econômicos no comércio do produto final. Isso ocorre em decorrência de alterações fisiológicas no metabolismo muscular do animal (LUDTKE *et al.*,2015).

No manejo estão as condições potencialmente estressantes ao qual o animal deve ser exposto no período pré-abate como mudança de ambiente, transporte, embarque, desembarque, mistura de lotes, jejum, métodos de condução e contenção (LUDTKE *et al.*,2015). A portaria nº365, de 16 de julho de 2021 aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-Abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização que são autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2021). O abate humanitário é realizado com etapas de recepção, manejo, insensibilização e sangria adequadas, evitando-se ao máximo sofrimento aos animais, recebendo esse nome devido sua operação ser realizada com base em aspectos humanitários como ética e moral. (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2014). O bem-estar animal corresponde à “satisfação” e ao sofrimento animal desde a fase de criação até o momento do abate, e pode ser medido através da resposta do animal ao estresse submetido (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2014), sendo considerado fator de qualidade no ato da compra pelos consumidores (PETROLINE, 2014). O Conselho de Bem-estar na Produção Animal - Farm Animal Welfare Council (FAWC) estabelece os cinco domínios que devem ser respeitados para garantir o bem-estar das espécies sendo elas: livre de fome, sede ou má nutrição; livre de desconforto; livre de dores, lesões e doenças; liberdade para expressar seu comportamento natural; livre de medo e angústia (FAWC, 2009).

De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, criado pelo Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, atualizado pelo Decreto nº 10.468 de 18 de agosto de 2020, os estabelecimentos de abate são obrigados a adotar medidas para evitar maus tratos aos animais e aplicar ações que visem à proteção e bem-estar animal desde o embarque na propriedade de origem até o momento do abate (BRASIL, 2017; BRASIL 2020). Os estabelecimentos de abate devem dispor de funcionário capacitado no manejo pré- abate e abate humanitário das

espécies animais abatidas no estabelecimento e que tenha autonomia para tomada de ações que visem assegurar o bem-estar dos animais. O estabelecimento deve assegurar ainda que todos os operadores envolvidos no manejo pré-abate e de abate, inclusive os motoristas de veículos de transporte dos animais, sejam capacitados em bem-estar dos animais de abate (BRASIL, 2021).

O transporte é considerado a etapa de maior estresse aos animais, podendo influenciar diretamente na qualidade da carne com presença de edemas, contusões, alterações de pH, na maciez e coloração da carne (GALLO; TADICH B., 2008). Viagens turbulentas, estradas esburacadas, solavancos e paradas repentinas causam estresse e desgaste ao animal ao tentar se equilibrar e manter-se em pé (MENDONÇA *et al.*, 2016). O aumento do estresse durante o transporte ocorre devido às condições de privação de alimento e água, alta umidade, alta velocidade do ar e a densidade da carga (SCHARAMA *et al.*, 1996). A densidade da carga no transporte de bovinos pode ser classificada em alta (600 kg/m<sup>2</sup>), média (400 kg/m<sup>2</sup>) e baixa (200 kg/m<sup>2</sup>). No Brasil é utilizada de 390 a 410 kg/m<sup>2</sup>. Densidades superiores a 550 kg/m<sup>2</sup> não são indicadas. A utilização de altas densidades faz com que os animais não consigam se levantar e acabem sendo pisoteados apresentando contusões múltiplas e fraturas, podendo ocasionar até mesmo a morte. Enquanto nas baixas, os animais podem ficar soltos na carroceria, sem apoio, aumentando os riscos de escorregões durante a viagem (BONFIM, 2003).

É importante que o transporte seja realizado com segurança, não devendo as carrocerias possuírem pontas de madeira, ripas pregos ou parafusos expostos, altura e paredes inadequadas, rampa com inclinação imprópria e condições inadequadas de ventilação para proporcionar o maior conforto possível aos animais e evitar possíveis lesões (PARANHOS DA COSTA, 2000). O piso de veículos utilizados para transporte dos animais deve ser construído de maneira a evitar escorregões ou quedas (BRASIL, 2021).

O transporte deve ser realizado nas horas mais frescas do dia para evitar estresse aos animais e aumentos nas perdas por excreção e sudorese (perdas de peso). Esta última possui relação direta com o tempo de transporte, variando de 4,6%, quando a viagem é de 5 horas a 7% em viagens de 15 horas, sendo que a recuperação ocorre somente após cinco dias (ROYER *et al.*, 2010).

Segundo Rebagliati *et al.* (2008), distâncias superiores a 50 km provocam aumento de animais lesionados. Os pesquisadores observaram que entre distâncias de 0 a 50 km, a porcentagem de animais com lesão foi de 30,15%, em distâncias de 50 a 100 km foi de 46,57%, enquanto que em distâncias superiores a 300 km, a porcentagem manteve-se em 45,9%. Percebe-se que a etapa de embarque e o manejo anterior também causam lesões aos animais, visto que o aumento de contusões não acompanhou o aumento da distância percorrida pelos veículos (MENDONÇA *et al.*, 2016). Andrade *et al.* (2008), ao avaliarem a influência do transporte na ocorrência de lesões em carcaças bovinas, observaram que as maiores proporções de lesões foram encontradas em animais submetidos ao transporte rodoviário por mais de uma hora e distâncias superiores a 70 km, sendo em grande parte estradas não-pavimentadas. Ghezzi *et al.* (2008) afirmam que a porcentagem de contusão é maior (4%) quando o tempo de viagem é maior ou igual a 8 horas.

O transporte de animais do mesmo grupo de criação facilita a adaptação dos mesmos às mudanças sofridas no manejo pré-abate (ROYER *et al.*, 2010). Deve-se manter animais que corram risco de se ferirem mutuamente, devido à sua espécie, sexo, idade, categoria animal ou origem, em locais separados sendo proibido o reagrupamento ou mistura de lotes de animais de diferentes origens que apresentem acentuada natureza gregária (BRASIL, 2021). A mistura de lotes acarreta em brigas entre os animais e conseqüentemente incidências de defeitos de qualidade na carcaça como lesões, hematomas e contusões (LUDTKE *et al.*, 2015). Mendonça *et al.* (2016) verificaram que o sexo é o fator de maior ocorrência de contusões, sendo as fêmeas mais susceptíveis com aumento de 72% de contusão em relação aos machos.

De acordo com Ghezzi *et al.* (2008), em geral, 59% das carcaças bovinas apresentam pelo menos um tipo de contusão. As regiões mais afetadas correspondem a locais considerados mais nobres (cortes mais valorizados) como coxa, lombo e ponta-de-agulha. Hematomas, contusões e fraturas na carcaça evidenciam um manejo inadequado e sofrimento aos animais, além de ocasionar perdas econômicas por afetar partes nobres ou de difícil remoção, sem comprometer o restante da região. (LUDTKE *et al.*, 2015).

É necessário oferecer aos animais no frigorífico um ambiente que proporcione descanso e recuperação do estresse físico e psicológico ocasionado pela etapa de

transporte. Os currais de descanso devem possuir espaço suficiente para os animais expressarem seus comportamentos básicos como levantar, deitar, virar e andar, além de terem condições para realizar a termorregulação. É recomendado a densidade de 2,5 m<sup>2</sup>/U. A (unidade animal = 450 kg de peso vivo), não devendo ultrapassar 75% do curral cheio. O descanso é importante para a realização da inspeção ante mortem e completar o tempo de jejum dos animais que corresponde ao período entre a última alimentação na propriedade até o momento de abate, tendo como objetivo a redução do conteúdo gástrico para facilitar a evisceração e minimizar a contaminação da carcaça. Para definir esse tempo, deve-se somar tempo de jejum na propriedade de origem, no transporte e no frigorífico. Os animais durante esse período devem ter livre acesso à água potável. (LUDTKE *et al.*, 2015).

Os bovinos não devem exceder o total de vinte e quatro horas de período de jejum. Os currais de descanso devem possuir estrutura adequada e suficiente, a fim de fornecer alimento aos animais quando o período máximo de jejum for ultrapassado. Os comedouros podem ser fixos ou móveis e devem permitir que 20% dos bovinos alojados tenham acesso ao alimento simultaneamente (BRASIL,2021). A retirada da alimentação na propriedade pode provocar estresse metabólico e comprometimento do rendimento da carcaça. O longo tempo de jejum pode acarretar em proliferação bacteriana no trato gastrointestinal, devido ao estresse metabólico levando ao maior risco de contaminação na carcaça, afetando assim a segurança do alimento (LUDTKE *et al.*, 2015).

Devido ao manejo ante mortem incorreto, bovinos submetidos a estresse de longa duração apresentam tendência a carne DFD (dark, firm, dry ou escura, firme e seca) onde há elevação do pH final da carne acima de 6,0. Isso ocorre pela menor produção de ácido lático devido à baixa reserva de glicogênio no momento do abate. Esse tipo de defeito da carne favorece o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela degradação do alimento, assim como alterações físicas, bioquímicas e sensoriais como alta capacidade de retenção de água (CRA) das fibras musculares, apresentando aspecto seco na superfície, textura firme, coloração escura, curto período de conservação e carne imprópria para elaboração de alguns produtos industriais. Para diminuir a incidência da carne DFD, é recomendado conduzir os animais em pequenos grupos, de forma calma (fazenda e frigorífico);

embarcar e desembarcar os bovinos calmamente, sem utilização de bastão elétrico ou qualquer objeto que possa causar ferimentos; manter o tempo de transporte e descanso adequados, bem como densidade ajustada de acordo com o peso dos animais; evitar mistura de animais desconhecidos durante o transporte e período de descanso; promover o conforto térmico (LUDTKE *et al.*,2015).

Após a etapa de descanso, os animais devem passar pelo banho de aspersão para condução à sala de abate. Tal etapa reduz a excitação dos animais e proporciona limpeza parcial externa dos mesmos, bem como provoca a vasoconstrição sanguínea periférica favorecendo a sangria (CAZELLI, 2012).

A etapa de insensibilização consiste em proporcionar rapidamente um estado de insensibilidade, visando evitar o maior sofrimento e manter as funções vitais até a sangria. Os métodos de insensibilização mais utilizados são os mecânicos por meio de concussão cerebral, elétrico via eletronarcose e exposição à atmosfera controlada através de câmara com dióxido de carbono (SILVA, 2012). A contenção do animal para a etapa de insensibilização deve ser feita individualmente de forma que imobilize o corpo do animal, sem provocar dor ou agitação. O procedimento adotado pelo estabelecimento deve garantir o estado de inconsciência até a morte do animal por choque hipovolêmico, conseqüente da sangria, sendo facultada a morte do animal pelo método de insensibilização. Animais efetivamente insensibilizados devem apresentar ausência de respiração rítmica, de reflexo córneo e de intenção de restabelecer em posição corporal (levantar), bem como deve apresentar mandíbula relaxada (língua pendular), ausência de bater coordenado de asas e ausência de vocalização, respeitadas as particularidades de cada espécie (BRASIL, 2021).

De acordo com a Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021, a operação de sangria deve ser iniciada logo após a insensibilização do animal, respeitando o tempo máximo após a insensibilização, dependendo do método utilizado para insensibilizar o animal. O procedimento deve ser realizado pela secção dos grandes vasos. A realização da insensibilização, seguida pela sangria, não é obrigatória em abates realizados sob preceitos religiosos. Operações que envolvam cortes ou mutilações em animais devem ocorrer somente após concluído o período mínimo de 3 minutos após a sangria, podendo tal período ser reduzido mediante comprovação científica de que a morte do animal por hipovolemia ocorre em menos tempo (BRASIL, 2021).

## Considerações finais

A qualidade da carne depende de fatores aplicados à produção animal. A escolha do sexo animal deve ser levada em consideração para alcançar a conformação de carcaça desejada, bem como a genética a ser trabalhada e o alimento o qual é fornecido aos animais para proporcionar maciez e marmoreio e conseqüentemente a suculência do produto final, além de melhorar o aspecto visual, tornando o produto mais atrativo ao consumidor. A escolha do sistema de criação também pode influenciar a conformação da carcaça e o aspecto visual da mesma. Condições ambientais de umidade, intensidade de luz e temperatura ao qual os bovinos são expostos podem interferir na taxa de crescimento dos animais e composição tecidual da carcaça.

A aplicação de boas práticas agropecuárias que proporcionem o bem-estar dos animais, além de evitar estresse aos mesmos, previne perdas pela toaleta da carcaça e defeitos na carne como a condição DFD que a torna seca, firme e escura não sendo atrativa ao consumidor, além de causar prejuízos econômicos às indústrias frigoríficas por ser imprópria para elaboração de alguns produtos industriais e favorecer o crescimento de microrganismos devido seu pH final, fazendo com que diminua seu período de conservação. A utilização de técnicas de bem-estar também é um fator de qualidade a ser considerado no ato da compra pelos consumidores.

## Referências

ABIEC. **Beef Report 2022**. São Paulo: 2022. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022/>>. Acesso em: 21 jan. 2023.

ANDRADE, E.N; SILVA, R.A.M.S; ROÇA, R.O; SILVA, L. A. C.; GONCALVEZ, H. C.; PINHEIRO, R. S. B. Ocorrência de lesões em carcaças de bovinos de corte no pantanal em função do transporte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1991-1996, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/4v8bpN4kBR4BbgkBmCynJgy/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 01 fev. 2023.

ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇALVES, T. de M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p. 1791-1800. 2010. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rbz/a/QNXJhV8TfZWFM8qypjPj5Kk/?lang=pt>>. Acesso em: 18 out. 2022.



BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A. C.; JORGE, A. M. ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2109-2117. 2007.

BONFIM, L. M. **Influência do Manejo dos Animais Durante o Transporte Sobre a Qualidade da Carne**. Artigo Técnico. PUC, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário oficial da união, Brasília, DF. 30 mar. 2017. nº 62, Seção I, p. 3. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020**. Altera o decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial – República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 19 ago. 2020. nº 159, Seção I, p. 5. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). **Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021**. Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União. Brasília. DF, 23 jul. de 2021, nº 138-A, Seção 1 - Extra A, p.1. 2021.

BRIDI, A. M. **Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto**. Maringá, PR. 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Qualidade%20da%20Carne%20de%20Bovinos%20Produzidos%20em%20Pasto.pdf>> Acesso em: 17 out. 2022.

BRIDI, ANA MARIA, CONSTANTINO, CAMILA; TARSITANO, MARINA AVENA. (2022). **Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto**. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/267686757\\_Qualidade\\_da\\_carne\\_de\\_bovinos\\_produzidos\\_em\\_pasto](https://www.researchgate.net/publication/267686757_Qualidade_da_carne_de_bovinos_produzidos_em_pasto)>. Acesso em: 12 out. 2022.

CAZELLI, LEANDRO. **O bem-estar animal e seu efeito na qualidade da carne bovina**. 2012. Disponível em:<<http://sites.beefpoint.com.br/mypoint/o-bem-estar-animal-e-seu-efeito-na-qualidade-da-carne-bovina/>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

FAWC. Farm animal welfare in Great Britain: Past, present and future. **Farm Animal Welfare Council**, England.2009.

GALLO, CARMEM; TADICH B., NÉSTOR. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.

9, n.10B, p.1695-7504. 2008. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/pdf/636/63617111001.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2023.

GHEZZI, M.D.; ACERBI, R.; BALLERIO, M.; REBAGLIATI, J.E.; DIAZ, M.D.; BERGONZELLI, P.; CIVIT, D.; RODRÍGUEZ, E.M.; PASSUCI, J.A.; CEPEDA, R.; SAÑUDO, M.E.; COPELLO, M.; SCORZIELO, J.; CALÓ, M.; CAMUSSI, E.; BERTOLI, J.; ABA, M.A. Evaluacion de las practicas relacionadas con el transporte terrestre de hacienda que causan perjuicios economicos en la cadena de ganados y carnes. **Sítio Argentino de Produção Animal**, n.5, p. 1-29, 2008.

GOMIDE, L. A. M; RAMOS, E .M; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2014. 336p.

GOMIDE, L. A. M; RAMOS, E .M; FONTES, P. R. **Ciência e qualidade da carne: fundamentos**. Viçosa: UFV, 2013. 197p.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; ROMANELLI, P.F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.963-971. 2003.

HOCQUETTE, J. F; BORTREAU R; PICARD, B.; JACQUET, A; PETHCK, D.W; SCOLLAN, N.D. Opportunities for predicting and manipulating beef quality. **Meat Science**, v. 92, n. 3, p. 197-209, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística de produção agropecuária, janeiro a junho, 2022**.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE – **Pesquisa trimestral do abate de animais, 2021**.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Artmed Editora. Porto Alegre, RS, 2005.

LEITE, B. F. C.; OURIVEIS, N. F.; GIMENES, N. K. GOMES, M. N. B.; FARIA, F. J.C.; SOUZA, A. S.; BRUMATTI, R. C. Consumidores de carne bovina: comportamento e preferências. **Brazilian Journal of Development**. v.6, p. 1927-1937. 2020 Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6092>>. Acesso em: 17 out. 2022.

LUDTKE, C. B., CIOCCA, J. R. P., DANDIN, T.; BARBALHO, P. C; VILELA, J. A. **Abate humanitário de bovinos**. São Paulo: World Animal Protection, WSPA, 2015. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/114920131/abate-humanitario-de-bovinos-cartilha>> Acesso em: 17 out. 2022.

MACEDO, M.P.; BASTOS, J.F.P.; BIANCHINI SOBRINHO, E.; RESENDE, F.D.; FIGUEREDO, L.A.; RODRIGUES NETO, A.J. Características de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça Nelore terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1610-1620, 2001.

MAGNO.L.L. Fatores de influência na qualidade de carne ovina. Goiânia. 2014. 42 p. **Monografia**. (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO. 2014. Disponível em:  
<[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/66/o/9\\_FATORES\\_DE\\_INFLU%C3%8ANCIA\\_NA\\_QUALIDADE\\_DE\\_CARNE\\_OVINA.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/66/o/9_FATORES_DE_INFLU%C3%8ANCIA_NA_QUALIDADE_DE_CARNE_OVINA.pdf)> Acesso em: 17 out. 2022.

MALTIN, C.; BALCERZAK, D.; TILLEY, R.; DELDAY, M. Determinants of meat quality: tenderness. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, p.337-347. 2003. Disponível em:  
<<https://www.cambridge.org/core/journals/proceedingsofthenutritionociety/article/determinantsofmeatqualitytenderness/56D7E7DB6282D8337BDCC96BD34FD2D3>>. Acesso em: 19 out. 2022.

MENDONÇA, F. S.; VAZ, R. Z.; COSTA, O. A. D.; GONÇALVES, G.V.B.; MOREIRA, S.M. Fatores que afetam o bem-estar de bovinos durante o período pré-abate. **Archivos de zootecnia**. v. 65, n.250. p. 279-287, 2016. Disponível em:  
<<http://www.uco.es/servicios/ucopress/az/index.php/az/article/view/500/477>>. Acesso em: 01 fev. 2023.

MOLETA, J.L., TORRECILHAS, J.A., ORGAANACHI, M.G. Feedlot performance of bulls and fed three levels of concentrate in the diets. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.36, p. 323-328. 2014. Disponível em:  
<[https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/23736/pdf\\_46](https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/23736/pdf_46)>. Acesso em 19 de out. 2022.

MOREIRA, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I. N.; NASCIMENTO, W. G. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of bos indicus and bos indicus x bos taurus crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n.4, p.609-616. 2003. Disponível em:  
<<https://www.scielo.br/j/babt/a/DvK5whGfZz7WdTvW4MYNMgw/?lang=en&format=pdf>> Acesso em: 15 de out. 2022.

MOREIRA, S. M.; MENDONÇA, F. S.; TAVARES, P. C.; DE CONTO, L; FERREIRA, G. C.; BRUM, E. S.; SAMBARDA, R. V.; BARBOSA, I. D. S. Carne bovina: Percepções do consumidor frente ao bem-estar animal – Revisão de literatura. **Revista Electrónica de Veterinária**. v.18, n.5. 2017. Disponível em:  
<<https://wp.ufpel.edu.br/gecapec/files/2017/12/RedvetCarnebovinapercep%C3%A7%C3%B5es-do-consumidor.pdf>> Acesso em 17 de out. 2022.

OLIVEIRA, A.L. Maciez da carne bovina. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária (UFMG)**, Belo Horizonte, v. 33, p. 7-18, 2000.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S.; BRONDANI, I. L.; PASCOAL, L. L.; ALVES FILHO, D.C.; ARBOITTE, M. Z.; FREITAS, A. K. 2005. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos Genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.5. p.:1691-1703. Disponível em:  
<<https://www.scielo.br/j/rbz/a/zKxjqQZNT88qcz38jFDCrsd/?lang=pt&format=pdf>>

Acesso em: 02 de nov. de 2022.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. V. Algumas informações interessantes sobre o embarque, o transporte e o desembarque de bovinos durante o manejo pré-abate. In: Workshop: Efeitos do manejo pré-abate na qualidade da carcaça e da carne bovina. **Instituto de Tecnologia dos Alimentos - ITAL**, Campinas. 2000.

PETROLINE, Márcia Sueli. **Influência do bem estar animal na qualidade da carne bovina**. Ituverava, 2014. 26 p. **Monografia** (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Fundação Educacional de Ituverava, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.feituverava.com.br/bitstream/123456789/129/1/M%C3%81RCIA%20SU%20ELI%20PETROLINI.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2023.

PRADO, I. N. **Produção de bovinos de corte e qualidade da carne**. Eduem, Maringá, Paraná, Brasil. 2010.

REBAGLIATI, Juan Ernesto; BALLERIO, Marcelo; ACERBI, Rodolfo; DIAZ, Mauricio; ALVAREZ, María de los Milagros; BIGATTI, Florencia; CRUZ, Juan Angel; SCITELLI, Leonardo; ERGONZELLI, Pablo; GONZALEZ, Carlos; CIVIT, Diego; GHEZZI, Marcelo Daniel. Evaluación de las prácticas ganaderas en bovinos que causan perjuicios económicos en plantas frigoríficas de la República Argentina. **Revista Eletrónica de Veterinaria**, v. 9, n.10B, p. 1-40. 2005. Disponível em: <[http://grupoetco.org.br/arquivos\\_br/pdf/alguaspest.pdf](http://grupoetco.org.br/arquivos_br/pdf/alguaspest.pdf)>. Acesso em: 01 fev. 2023.

ROÇA, R.O. **Propriedades da carne**. Botucatu: FCA-UNESP, 2012. Disponível em: <<https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca107.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

ROYER, A. F. B.; EGUCHI, E. S.; COSTA JUNIOR, R. G., GARCIA, J.; PINHEIRO, M. da S. M. Manejo pré-abate visando o bem estar animal e qualidade da carne bovina. **PUBVET- Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 4, n. 13, ed. 118, art. 796, 2010. Disponível em: <<https://www.pubvet.com.br/artigo/2131/manejo-preacute-abate-visando-o-bem-estar-animal-e-qualidade-da-carne-bovina>>. Acesso em: 01 fev. 2023.

RUBENSAM, J.M.; FELICIO, P.E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.405-409, 1998. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/1071/ad8e31790ae17e2e188794bff200b23beb02.pdf>> Acesso em: 15 out. 2022.

SCHARAMA, J.W; VAN DER HER, W; GORSSSEN, J.; HENKEN, A.M; VERSTEGEN, M.W.A; NOORDHUIZEN, J.P.T.M. Required thermal thresholds during transport of animals. **Veterinary Quarterly**, v. 18, n. 3, p. 90-95, 1996. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01652176.1996.9694624>>. Acesso em: 01 fev. 2023.

SILVA, B. V. C. **Abate humanitário e o bem-estar animal em bovinos**. Porto Alegre, 2012. 52 p. **Monografia** (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, 2012. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/69873>>. Acesso em 03 fev. 2023.

SILVA, T. J. P. MTA-00022- **Tecnologia de Carnes e Derivados**. Niterói-RJ: Departamento de Tecnologia dos Alimentos da UFF, 2015 (Texto Didático).

WARRISS, P. D. **Meat science: an introductory text**. Wallingford: CABI Publishing, 2000.

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DA  
COROA DO ABACAXI**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA HARINA DE  
CORONILLA DE PIÑA**

**PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF  
PINEAPPLE CROWN FLOUR**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.141-160>

**João Paulo Alves Marinho**

Graduando em Engenharia de Alimentos, UFAPE, joaopauloeng.aliment@gmail.com

**Larissa Mylena Mendes Dias**

Graduando em Engenharia de Alimentos, UFAPE, larissammdias0@gmail.com

**Roberto Rodrigues De Oliveira Filho**

Graduando em Engenharia de Alimentos, UFAPE, roberto\_rodrigues\_2000@hotmail.com

**Karina Barbosa dos Santos**

Graduando em Engenharia de Alimentos, UFAPE, barbosa.s00@outlook.com

**Suzana Pedroza da Silva**

Professora Associada no curso de Engenharia de Alimentos, UFAPE, suzana.pedroza@ufape.edu.br

## Resumo

O abacaxi destaca-se como importante produto da agricultura brasileira, sendo a maioria dos produtores de pequeno e médio porte, tornando essa cultura de grande importância econômica e social. A coroa do abacaxi é um subproduto pouco explorado cientificamente, não apresentando aplicações com fins econômicos. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de uma farinha da coroa do abacaxi com o intuito de minimizar os resíduos após o beneficiamento do abacaxi. Além disso, realizar a caracterização físico-química para analisar a viabilidade dessa farinha para enriquecimento alimentar e aumento de lucro comercial. Os abacaxis (*Ananas Comosus*) foram adquiridos em um mercado, localizado no município de Garanhuns - PE, sendo estes levados para o laboratório de análise de alimentos da UFAPE (Universidade Federal do Agreste de Pernambuco). Em seguida, a coroa foi retirada do fruto, higienizada e desidratada, sendo posteriormente trituradas no liquidificador para produção da farinha. Todas as análises foram realizadas em triplicatas seguindo as metodologias encontradas na literatura. O teor de umidade encontrado foi de  $4,92\% \pm 0,262$  apresentando adequação ao padrão de qualidade estabelecida pela legislação. Os resultados obtidos para pH foram de  $4,35 \pm 0,032$  e se mostraram satisfatórios quando comparados a outras análises encontradas na literatura. A farinha produzida apresentou baixa luminosidade ( $L^* = 24$ ) e valores de chroma positivos:  $a^* = 6,4$  e  $b^* = 11,8$  indicativo de coloração marrom, tal situação pode ser explicada pela caramelização dos açúcares presentes na casca, devido ao aquecimento durante a secagem. Os teores de proteínas ( $0,06 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,008$ ) e de lipídios ( $8,63\% \pm 0,007$ ) são índices que tornam este subproduto atrativo do ponto de vista tecnológico para desenvolvimento de novos produtos, como na utilização de óleos essenciais para enriquecimento das características sensoriais de produtos alimentícios. Sendo assim, os resultados obtidos mostraram que esse produto apresenta potencial para aplicações tecnológicas na indústria de alimentos, a partir disso são necessários maiores estudos para poder comprovar que a coroa do abacaxi pode ser um alimento funcional, e viabilizar o seu uso para elaborações e/ou enriquecimento de outros produtos alimentícios.

**Palavras-chave:** abacaxi; análise de alimentos; enriquecimento alimentar; subproduto.

## Resumen

La piña se destaca como un producto importante de la agricultura brasileña, con mayoría de pequeños y medianos productores, lo que hace que este cultivo sea de gran importancia económica y social. La corona de la piña es un subproducto poco explorado científicamente, no mostrando aplicaciones con fines económicos. Ante esto, el objetivo del presente trabajo fue el desarrollo de una harina de corona de piña con el fin de minimizar los desperdicios después del procesamiento de la piña. Además, realizar la caracterización físicoquímica para analizar la viabilidad de esta harina para el enriquecimiento de alimentos y aumentar la rentabilidad comercial. Las piñas (*Ananas Comosus*) fueron adquiridas en un mercado ubicado en el municipio de Garanhuns - PE, que fueron llevadas al laboratorio de análisis de alimentos de la UFAPE (Universidad Federal de Agreste de Pernambuco). Luego, la corona fue removida de la fruta, higienizada y deshidratada, y luego triturada en una licuadora para producir harina. Todos los análisis se realizaron por triplicado siguiendo las

metodologías encontradas en la literatura. El contenido de humedad encontrado fue de  $4.92\% \pm 0.262$  mostrando adecuación al estándar de calidad establecido por ley. Los resultados obtenidos para el pH fueron  $4.35 \pm 0.032$  y fueron satisfactorios al compararlos con otros análisis encontrados en la literatura. La harina producida mostró baja luminosidad ( $L^* = 24$ ) y valores de croma positivos:  $a^* = 6.4$  y  $b^* = 11.8$  indicativos de coloración parda, esta situación se puede explicar por la caramelización de los azúcares presentes en la cáscara, debido a calentamiento durante el secado. Los contenidos de proteína ( $0,06 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,008$ ) y lípidos ( $8,63\% \pm 0,007$ ) son índices que hacen atractivo este subproducto desde el punto de vista tecnológico para el desarrollo de nuevos productos, como el uso de aceites esenciales para enriquecer las características sensoriales de productos alimenticios. Por lo tanto, los resultados obtenidos demostraron que este producto tiene potencial para aplicaciones tecnológicas en la industria alimentaria, en base a esto, se necesitan más estudios para poder comprobar que la corona de piña puede ser un alimento funcional, y posibilitar su uso para elaboraciones y /o enriquecimiento de otros productos alimenticios.

**Palabras clave:** piña; análisis de alimentos; fortificación de alimentos; subproductos.

## Abstract

Pineapple stands out as an important product of Brazilian agriculture, with the majority of small and medium-sized producers, making this crop of great economic and social importance. The pineapple crown is a by-product little explored scientifically, not showing applications for economic purposes. In view of this, the objective of the present work was the development of a pineapple crown flour in order to minimize waste after pineapple processing. In addition, perform the physicochemical characterization to analyze the viability of this flour for food enrichment and increase commercial profit. The pineapples (*Ananas Comosus*) were purchased at a market located in the municipality of Garanhuns - PE, which were taken to the food analysis laboratory at UFAPE (Federal University of Agreste de Pernambuco). Then, the crown was removed from the fruit, sanitized and dehydrated, and then crushed in a blender to produce flour. All analyzes were performed in triplicates following the methodologies found in the literature. The moisture content found was  $4.92\% \pm 0.262$  showing adequacy to the quality standard established by law. The results obtained for pH were  $4.35 \pm 0.032$  and were satisfactory when compared to other analyzes found in the literature. The flour produced showed low luminosity ( $L^* = 24$ ) and positive chroma values:  $a^* = 6.4$  and  $b^* = 11.8$  indicative of brown coloration, this situation can be explained by the caramelization of the sugars present in the peel, due to heating during drying. The protein ( $0.06\text{g}/100\text{g} \pm 0.008$ ) and lipid ( $8.63\% \pm 0.007$ ) contents are indices that make this by-product attractive from a technological point of view for the development of new products, such as the use of essential oils to enrich the characteristics sensory of food products. Therefore, the results obtained showed that this product has potential for technological applications in the food industry, based on this, further studies are needed to be able to prove that the pineapple crown can be a functional food, and to enable its use for elaborations and/or or enrichment of other food products.

**Keywords:** pineapple; food analysis; food fortification; by-product.



## Introdução

Os resíduos agroindustriais são produtos ou materiais gerados num processo agrícola e que a partir do beneficiamento apresentam potencialidades para serem reaproveitados no mesmo processo ou em outro. Eles podem ser obtidos através do processamento de produtos de origem vegetal, (frutas, oleaginosas e grãos) e de origem animal, (laticínios, avicultura de corte, aquicultura), os quais apresentam um alto valor energético em sua composição e elevado potencial para reutilização (MUNIZ, 2017).

Durante o processamento de frutas para a obtenção de sucos, polpas congeladas, néctares e geléias as substâncias nutritivas encontradas nas cascas, sementes e bagaços são desprezadas. E em virtude da grande variedade de frutas tropicais existentes e a demanda cada vez maior por alimentos que sejam rápidos e práticos, as atividades agroindustriais têm estado em pleno crescimento refletindo na geração de grandes 19 montantes de resíduos agroindustriais, os quais geram impactos ambientais. Embora esses resíduos sejam biodegradáveis, muitas vezes eles apresentam dificuldade no processo de decomposição natural, constituindo-se uma fonte poluente, promovendo a contaminação do solo, água e ar (MUNIZ, 2017).

Como esses resíduos produzem danos ao meio ambiente e perdas econômicas, vários estudos que utilizam os resíduos de frutas (RF) na elaboração de novos produtos vêm sendo realizados, os RF podem ser transformados em farinha ou serem adicionados “in natura”, servindo como matéria-prima para novos produtos ricos em nutrientes, de forma a serem ofertados à população alimentos mais saudáveis e com baixo custo (RANDOLPHO, 2020).

Segundo a ANVISA (2005) as farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos. A utilização de farinhas mistas expandiu-se, sendo utilizada na fabricação de biscoitos, já que este é um produto altamente aceito e consumido por pessoas de todas as faixas etárias. Tais características, aliadas à sua enorme diversidade, apresentam-se como uma nova opção para o estudo de diferentes tipos de farinhas e suas propriedades físicas, químicas e sensoriais,

possibilitando o aumento das propriedades tecnológicas e funcionais (PIOVESANA, 2013).

O abacaxi (*Ananas comosus*) é um fruto tropical, ligeiramente ácido, de sabor adocicado, e suculento, oriundo do o abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merril). O Brasil é o segundo produtor mundial de abacaxi (*Ananas comosus*), com 2,5 milhões de toneladas em 62.597 hectares de área cultivada (FAO, 2014). Estima-se que cerca de 40% da fruta se transforma em resíduo (BORTOLOTTI *et al.*, 2013; NOGUEIRA *et al.*, 2019). Dentre estes resíduos está a coroa do fruto, que não apresenta uso econômico significativo.

Então o presente trabalho teve como objetivo a avaliação das características físico-químicas da farinha da coroa do abacaxi, com fins de analisar o possível uso da farinha para enriquecimento sensorial e/ou nutricional de alimentos.

## Referencial teórico

### Aproveitamento de alimentos

No Brasil, é gerado um volume de cerca de 26 milhões de toneladas de resíduos. Estima-se que, desse total, ocorram perdas no plantio e na colheita correspondentes a 10%, enquanto nas etapas de manuseio e transporte, as perdas são ainda maiores, atingindo 50%. Além disso, o desperdício por parte do consumidor também é significativo, representando 10% do total de resíduos gerados. Esse desperdício ocorre em grande parte devido ao desconhecimento dos princípios nutritivos dos alimentos, bem como à falta de cuidados adequados no armazenamento e na refrigeração. Diariamente, aproximadamente 68 mil toneladas de alimentos são descartados no lixo (BAZZIL *et al.*, 2020).

Diante do alto índice de desperdício de alimentos, torna-se imprescindível adotar medidas que conscientizem a população acerca da importância de uma alimentação consciente e sustentável. Uma alternativa viável é a utilização integral dos alimentos, incluindo suas cascas, polpas, talos e folhas, para a elaboração de novos produtos. Essa prática contribui para a redução do desperdício de alimentos, estende a vida útil dos mesmos, beneficia a renda familiar e promove a segurança alimentar. Além disso, essas partes dos alimentos são ricas em vitaminas, minerais

e fitoquímicos, fundamentais para a prevenção de doenças degenerativas (GIL *et al.*, 2019).

## Abacaxi

De acordo com dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2014) a produção mundial de abacaxi em 2014 foi de 25,4 milhões de toneladas. No plano nacional, a produção em 2015 foi de 2,6 milhões de toneladas (IBGE, 2015). O abacaxi é muito valorizado nas regiões produtoras e nos países que importam essa fruta, devido às suas características de aroma e sabor. Ele apresenta um equilíbrio agradável entre açúcar e acidez, e pode ter polpa branca, amarela ou laranja-avermelhada. Além disso, o abacaxizeiro contém bromelina, um produto nobre presente em todas as suas espécies, que é encontrada no caule, no talo, nas raízes e nas folhas da família *Bromeliaceae*. A produção dessa enzima é limitada em relação à demanda do mercado, o que a torna um produto de alto custo. A bromelina possui diversas aplicações, sendo amplamente utilizada na indústria farmacêutica, alimentícia, tratamento de distúrbios digestivos, feridas e inflamações, produção de colágenos hidrolisados, indústrias têxteis e fabricação de detergentes (TEIXEIRA *et al.*, 2020; PACHECO *et al.*, 2022; FANÇA-SANTOS *et al.*, 2009).

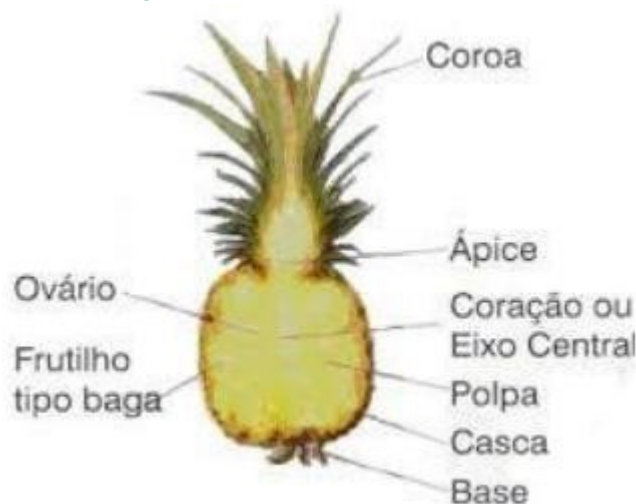
O abacaxizeiro é uma planta herbácea e monocotiledônea, que é encontrada principalmente nas regiões tropicais e subtropicais da América, sendo a maioria das espécies de *Bromeliaceae* presentes em condições naturais. Devido aos seus benefícios econômicos e sociais, bem como às qualidades sensoriais de seus frutos, o abacaxi é cultivado em quase todos os países tropicais, incluindo o Brasil, onde é uma das frutas mais cultivadas em todo o território nacional, especialmente para o mercado interno de frutas frescas. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de abacaxi, e essa fruta é considerada uma das mais importantes frutas tropicais em todo o mundo, com uma grande demanda no mercado de frutas (PACHECO *et al.*, 2022).

## Beneficiamento do abacaxi

O abacaxi é uma fruta que, ao ser consumida, gera diversos tipos de resíduos, incluindo a coroa, a casca, as extremidades e o cilindro central. É importante ressaltar

que, juntas, as cascas e o cilindro central representam uma parcela significativa do peso total da fruta, correspondendo a aproximadamente 38% (BAZZIL *et al.*, 2020). O abacaxi, com suas respectivas partes, é apresentado na Figura 1.

**Figura 1:** Anatomia de um abacaxi.



**Fonte:** Bazzil *et al.* (2020).

A composição química do abacaxi se diversifica, sobretudo conforme a época do ano em que é gerada, sua diversidade e as condições atmosféricas. O seu valor nutricional depende, sobretudo, dos sólidos solúveis, das vitaminas e minerais existentes (PACHECO *et al.*, 2022). Para Hossain e Rahman (2011), o abacaxi dispõe de um alto valor nutritivo, sua bioatividade funcional é especificada pela presença de compostos fenólicos que possibilitam uma boa ação antioxidante, além disso é fonte de vitaminas A, C e do complexo B, cálcio, fósforo e ferro.

Os resíduos gerados pelo abacaxi, como a coroa, a casca, as extremidades e o cilindro central, são geralmente considerados rejeitos da indústria e muitas vezes são destinados aos animais de forma empírica. No entanto, tanto a casca quanto o cilindro central do abacaxi são uma boa fonte de fibra alimentar, que desempenham um papel importante na saúde. A coroa do abacaxi, embora seja a única parte não comestível da fruta, pode ser reutilizada para a criação de mudas da planta por meio do método de seccionamento do caule (BAZZIL *et al.*, 2020).

### Coroa do abacaxi

Embora a coroa do abacaxi representa de 10 a 28% do peso total da fruta, são escassos os estudos científicos que tratam sobre a obtenção de produtos de alto

valor agregado a partir dessa biomassa. Dessa forma, uma grande quantidade de resíduo oriundo da casca e coroa do abacaxi são gerados anualmente sendo, portanto, um material de baixo custo e de fácil obtenção, além de proporcionar um excelente potencial como adsorvente na remoção de corantes como o azul de metileno (BRAGA *et al.*, 2015; DONINELLI, 2022).

## Metodologia

### Matéria-prima

Os abacaxis (*Ananas comosus*) foram adquiridos em um mercado, localizado no município de Garanhuns - PE, em seguida foram levados para o laboratório para realização das análises. Em seguida a coroa foi retirada do fruto, as pétalas foram separadas individualmente e higienizadas em uma solução de hipoclorito de sódio. As amostras foram posicionadas de forma organizada em bandejas de alumínio e levados à estufa a 105 °C por 24 horas, posteriormente foi usado um liquidificador doméstico para processar as amostras e usado uma peneira de 18 Mesh para separar os grânulos mais grossos dos grânulos desejados.

### Análises físico-químicas

Foram realizadas as análises físico-químicas de teor de umidade, teor de cinzas, cor, pH, sólidos solúveis totais (SST), Proteínas, acidez total titulável (ATT), açúcares redutores e lipídeos. Todas as análises realizadas foram realizadas em triplicata e baseadas nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

### Teor de umidade

Foi adicionado 1,5 g a 2 g da amostra em um cadinho de porcelana previamente tarado e em seguida levado à estufa por 2 horas a 105 °C. Após isso, foi resfriado em um dessecador até atingir a temperatura ambiente de 26 °C e, pesado. Esse procedimento foi repetido até as amostras atingirem peso constante, ao atingirem este ponto, foi calculada a diferença de massa antes e depois do aquecimento. O cálculo do percentual de umidade foi avaliado conforme a Equação 1.

$$Umidade\% = \frac{100 * N}{P} (1)$$

Onde:

N - Diferença de massa da amostra inicial e final em gramas.

P - Número de gramas da amostra inicial.

### Teor de cinzas

Após a análise de teor de umidade a amostra foi levada à mufla a 550 °C por 4 hora e 30 minutos até a incineração completa da matéria orgânica, o resíduo restante de coloração cinza ou cinza esbranquiçada representa a matéria inorgânica proveniente das cinzas. O resíduo obtido após o procedimento foi pesado e utilizado para calcular o percentual de cinzas conforme a Equação 2.

$$Cinzas\% = \frac{100 * N}{P} (2)$$

Onde:

N - Número de gramas final, ou seja, massa de cinza em gramas.

P - Número de gramas da amostra inicial.

### Cor

A análise de cor foi realizada utilizando um colorímetro portátil manual Konica MINOLTA CR-10, que indica os parâmetros L\* para luminosidade (0% = escuro e 100%= branco), coordenada cromática a\* (componente (+)vermelho e (-)verde) e coordenada cromática b\* (componente (+) amarelo e (-)azul).

### pH

O pH foi indicado utilizando um pHmetro digital (precisão ± 0,01pH, MARCONI, PA 200) previamente calibrado. Em um béquer de 200 mL previamente tarado foi pesado 5 g da amostra que foi diluída em 50 mL de água destilada formando uma solução que foi utilizada para medir o pH da amostra.

### Sólidos solúveis totais

A solução obtida para a análise de pH foi utilizada para realizar a análise de sólidos solúveis totais (SST). Em um refratômetro portátil digital da marca Homis

modelo HRE-32k foi pipetado uma gota da solução filtrada, o resultado foi expresso em °Brix que, em seguida foi convertido para porcentagem de sólidos solúveis totais.

### Acidez total titulável

A análise de acidez total titulável (ATT) foi realizada por meio de titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,01 N. Em um béquer de 100 mL previamente tarado foi pesado 5 g da amostra que foi diluída em 50 mL de água destilada e transferido para um erlenmeyer de 125 mL onde foi adicionado 2 gotas da solução de fenolftaleína, esta solução foi titulada até o ponto de viragem que apresentou coloração puxada para a tonalidade marrom. O cálculo para obtenção do valor de ATT foi realizado através da Equação 3 e o resultado foi expresso em acidez em solução molar por cento v/m.

$$Acidez = \frac{V * f * 100}{P * c} \quad (3)$$

Onde:

V - Número de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 N gasto na titulação.

f - Fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 N.

P - Número de gramas da amostra utilizada na titulação.

c - Correção para solução de NaOH 0,1 N.

### Açúcares Redutores

Para a determinação de açúcares redutores foi utilizado um béquer de 100 mL previamente tarado onde foi pesado 0,5 g da amostra que foi diluída em 10 mL de água destilada que foi transferido para um béquer de 100 mL e em seguida filtrado. Após isso, pipetou-se 2 mL dessa solução em um tubo de ensaio com 1 mL do reagente ácido 3,5:dinitro salicilato (DNS). Em seguida, o tubo de ensaio foi submetido em banho-maria a 100 °C por 5 minutos e logo após foi resfriado. A amostra foi levada para realizar a leitura em espectrofotômetro a 540 nm, onde os resultados foram expressos em porcentagem.

### Lipídeos

Para determinação de lipídeos empregou-se o método de extração por Soxhlet. Foi pesado 1 g da amostra em um papel de filtro e em seguida amarrado com fio de

lã previamente desengordurado. O papel de filtro amarrado foi transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet onde foi acoplado o extrator ao balão de fundo chato previamente tarado a 105 °C. Foi adicionado n-hexano e iniciado o aquecimento até a ebulição, a extração durou aproximadamente 2 horas totalizando 6 viragens para cada extrator. Ao final da extração foi retirado o papel de filtro amarrado e levado à estufa por 1 hora a 105 °C, em seguida foi submetido ao dessecador até atingir a temperatura ambiente e, posteriormente, pesado para obter-se a massa de gordura presente na amostra. O resultado do percentual de lipídeos foi obtido através da Equação 4.

$$\text{Lipídeos\%} = \frac{100 * N}{P} \quad (4)$$

Onde:

N - Número de gramas de lipídios.

P - Número de gramas da amostra inicial.

### Proteínas

Para a determinação de proteínas foi utilizado um béquer de 100 mL previamente tarado onde foi pesado 0,5 g da amostra que foi diluída em 10 mL de água destilada que foi transferido para um béquer de 100 mL e em seguida filtrado. Após isso, pipetou-se 0,1 mL dessa solução em um tubo de ensaio com 3 mL do reagente de Bradford. Em seguida a amostra foi levada para realizar a leitura em espectrofotômetro a 595 nm, onde os resultados foram expressos em porcentagem.

### Tratamento estatístico

Todos os dados obtidos nas análises deste trabalho foram calculados os desvios padrão dos resultados das triplicatas com a função DESVPAD do Microsoft Excel 2016.

### Resultados e discussão

É possível observar que a amostra avaliada apresenta baixos valores com relação ao teor de umidade (Tabela 1). Em trabalho similar feito por Santos *et al.* (2019) que fez a elaboração e caracterização físico-química de farinha proveniente dos resíduos de abacaxi e de pedúnculo de caju foi obtido umidade superior de 8,05%



$\pm 0,03$ . Porém, um dos atributos que podem ter influenciado é que, no trabalho citado, foi utilizado todo o resíduo (coroa, eixo central e casca) que conseqüentemente tem uma maior atividade de água e maior umidade. Mesmo assim, a amostra apresenta adequação ao padrão de qualidade estabelecida pela legislação através da RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005, que delimita o teor de umidade de farinhas, amido de cereais e farelos até 15% (BRASIL, 2022).

Ao confrontar o teor de cinzas obtido na análise com outras literaturas, observa-se que foi similar aos estudos realizados por Silva *et al.* (2018) e Doninelli (2022), os quais avaliaram a viabilidade da utilização da coroa do abacaxi para produção de combustível, obtendo teores de cinzas de 5,7% e 5,2%, respectivamente. Foram encontrados ainda teores de cinzas que variaram entre 2,15 a 2,87 % para resíduos do abacaxi, evidenciando assim, que a coroa do abacaxi apresenta um teor de cinzas ligeiramente maior, quando comparado com outras partes do abacaxi, apresentando-se como um alimento de grande valor nutricional. As cinzas compõem as substâncias inorgânicas resultantes da queima da matéria orgânica presentes nos alimentos, possibilitando a quantificação dos minerais essenciais para o funcionamento do organismo humano, dessa forma, deve ser levado em consideração quando se pretende utilizar o produto para suplementação alimentar humana ou dos animais. Além disso, essa análise é utilizada para avaliação da qualidade e identificação de fraudes em alimentos, uma vez que devem obedecer os valores pré-estabelecidos pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). As principais causas responsáveis pela variação do teor de cinzas são a fração analisada do vegetal, manejo de cultivo, processamento e armazenagem, métodos utilizados para quantificação, número de amostra utilizada, espécie analisada, entre outros (FERRAZ, 2013; NUNES *et al* 2017).

O pH apresentou valores mais altos quando correlacionados com amostras de abacaxi *in natura*, que foram os focos de Viana *et al.* (2013) e Costa *et al.* (2007), os quais tiveram um resultado médio de  $3,73 \pm 0,23$  e  $3,75 \pm 0,02$ , respectivamente. No entanto, demonstrou-se similar ao exposto por Nunes *et al.* (2017), o qual obteve um pH médio de  $4,35 \pm 0,006$ , para os resíduos de abacaxi. Dessa forma, a coroa do abacaxi é classificado como um subproduto ácido, sendo um meio desfavorável para o desenvolvimento das bactérias. Segundo Andrade Júnior *et al.* (2019), a melhor

faixa para crescimento microbiológico é entre 6,0 e 7,0, sendo possível a proliferação da maioria delas em  $\text{pH} \geq 4,5$ .

**Tabela 1:** Resultados das análises físico químicas da farinha da coroa do abacaxi.

<b>Análises</b>	<b>Resultados</b>
Umidade (%)	4,92 $\pm$ 0,26
Cinzas (%)	5,77 $\pm$ 0,00
pH	4,35 $\pm$ 0,03
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	0,9 $\pm$ 0,0
Acidez Total Titulável	0,026 $\pm$ 0,00
Lipídeos	8,63 $\pm$ 0,01
Açúcares Redutores (g/100g)	3,68 $\pm$ 0,05
Proteínas (g/100g)	0,06 $\pm$ 0,01
L*	24 $\pm$ 0,85
a*	+6,4 $\pm$ 0,7
b*	+11,8 $\pm$ 0,3

Fonte: própria (2023).

Os valores encontrados de acidez titulável estão bem abaixo dos encontrados na literatura para estudos realizados com abacaxi e seus resíduos. De acordo com Nunes *et al.* (2017), Figueirêdo *et al.* (2003), Vieira *et al.* (2017) e Carneiro (2020), foram encontrados respectivamente valores médios de 1,7  $\pm$  0,04 no abacaxi seco; 0,48  $\pm$  0,04 no abacaxi minimamente processados; 0,4  $\pm$  0,03 para as cascas de abacaxi e 2,68  $\pm$  0,06 para a farinha da casca de abacaxi. Esse baixo teor de acidez encontrado no presente estudo quando comparado com os demais estudos, deve-se possivelmente ao fato da coroa ter menor quantidade de ácidos quando comparada a outras partes do abacaxi, resultando em um produto. No entanto, não foram encontrados estudos com foco na coroa do abacaxi.

Os resultados das análises de sólidos solúveis encontrados se mostraram muito abaixo dos encontrados na literatura focados na análise do abacaxi. Romio *et al.* (2018), verificou as variações dos aspectos físicos-químicos do abacaxi ao longo do período de armazenamento e obteve resultados mínimos de 10 °Brix, enquanto que Santana Neto *et al.* (2017), analisou o enriquecimento dos resíduos de abacaxi através da fermentação e encontrou resultados mínimos de 7,7 °Brix. Nenhum dos estudos analisados avaliou a coroa do abacaxi isoladamente, no entanto em um estudo, realizado por Doninelli (2022) verificou-se uma alta presença de fibras insolúveis,

como celulose e lignina, isso pode justificar o baixo valor de °Brix encontrado na farinha da coroa.

Obteve-se um resultado de  $8,63\% \pm 0,007$  de lipídios para a farinha da coroa do abacaxi. Por ser um novo tipo de farinha, ao buscar material relacionado, notou-se uma ausência de literatura, com poucos trabalhos encontrados sendo sobre resíduos em geral. Porém sabe-se que a legislação brasileira não faz referência quanto ao valor de lipídios na farinha de mandioca (SOUZA, 2008). O teor de lipídios encontrado se comparado com o da farinha de mandioca está muito acima dos encontrados na literatura, que normalmente reporta valores de lipídeos para a farinha de mandioca na faixa de 0,50%, como pode ser observado nos trabalhos de Chisté *et al.* (2006), em amostras de farinhas do grupo seca e d'água oriundas do Pará. Os teores de lipídios encontrados por Silva (2010), que analisou a estabilidade oxidativa e sensorial de farinhas de trigo e fubá irradiados, foram coerentes com os da literatura para a farinha de trigo com médias de 2,1 a 1,7%, e para o fubá com 2,2 a 3,6%. Sendo assim, de modo geral, a farinha analisada neste trabalho contém uma quantidade maior de lipídios se contraposto a outros tipos de farinha, isso pode demonstrar que a farinha da coroa do abacaxi tem um alto valor nutricional quando se referem a enriquecimento sensorial devido a presença de óleo essenciais. Isso também pode ser observado no estudo de Moreira (2017) na comparação com a concentração de óleos na casca e na coroa do abacaxi, tendo obtido resultados que indicam um valor significativamente maior de óleos na coroa em comparação com a casca.

Ainda em seu estudo, Nunes *et al.* (2017) encontrou valor médio de 23,37 g/100 g para açúcares redutores, ao comparar com os resultados obtidos neste estudo, a uma discrepância entre os valores. Como observado no estudo de Silva *et al.* (2018), que estudou hidrólise enzimática, fermentação e produção de biocombustíveis através da coroa de *Ananas comosus*, foi concluído que aproximadamente 68% da composição da coroa é formada por fibras insolúveis (celulose, hemicelulose e lignina) e cinzas.

Os resultados obtidos de proteínas estão bem abaixo se comparado às análises de Lima *et al.* (2017), que verificou o aproveitamento agroindustrial de resíduos (coroa e casca) provenientes do abacaxi 'pérola' minimamente processado, e encontrou o resultado de  $0,84 \pm 0,01 \pm 0,010,01 \pm 0,01$  para a casca do abacaxi. Contudo os

teores de proteínas e de lipídios, no abacaxi são baixos (ITAL, 1978), em pesquisas feitas por Matsuura e Rolim (2002) no suco do abacaxi, o teor de proteína é inferior a 0,5%. De acordo com Gondim *et al.*, (2005), os teores médios de proteína bruta é 1,45 e 1 g.100g<sup>-1</sup>, apresenta desigualdade estatística em que a casca e polpa apresentam os maiores teores. Somado a isso, na avaliação da composição centesimal da casca de abacaxi, Santos *et al.* (2010) destacaram valor médio 1,08% de proteínas, segundo os autores esses índices tornam este subproduto muito atraente para o consumo humano utilizados, por exemplo, no fornecimento de aminoácidos essenciais pelo seu teor proteico.

A farinha produzida apresentou baixa luminosidade ( $L^* = 24$ ) e valores de chroma positivos:  $a^* = 6,4$  e  $b^* = 11,8$ . Esses valores apontam que a farinha da coroa do abacaxi apresentou tonalidade entre o vermelho e amarelo, sendo o amarelo predominante, indicativo de coloração marrom. Tal situação pode ser explicada pela caramelização dos açúcares presentes na coroa, devido ao aquecimento durante a secagem. Resultados semelhantes a este foram encontrados por Garcia, Chaves e Barreiro (2017) que fizeram trabalho sobre a modelagem da secagem de cascas de abacaxi para a produção de farinha. Nunes *et al.* (2017) encontrou valor médio para  $L^*$  de 36,63, e Fortes *et al.* (2020) trabalhando com a caracterização física e química de farinha de arroz, farinhas de cascas de abacaxi e banana e farinha de sementes de abóbora, obteve valor médio de  $L^* = 61, 69$ . Para os valores de  $a^*$  e  $b^*$  foram encontrados resultados semelhantes à literatura (NUNES *et al.*, 2017; FORTES *et al.*, 2020).

## Conclusões

Os resultados obtidos da farinha de coroa de abacaxi mostraram que esse produto apresenta potencial para aplicações tecnológicas na indústria de alimentos. Ainda pode ser investigado se a coroa do abacaxi é, também, um alimento funcional e, viabilizar o seu uso para elaborações e/ou enriquecimento de outros produtos alimentícios.

## Referências

ANDRADE JUNIOR, F.P.; LIMA, B.T.M.; ALVES, T.W.B.; MENZES, M.E.S. Fatores que

propiciam o desenvolvimento de *Staphylococcus aureus* em alimentos e riscos atrelados a contaminação: uma breve revisão. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 18, ed. 1, p. 89-93, 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.9771/cmbio.v18i1.25215>. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/download/25215/19154>. Acesso em: 29 jun. 2023.

ANVISA. **Agência Nacional de vigilância sanitária. Resolução da diretoria colegiada-RDC nº 263**, de 22 de setembro de 2005. Disponível em:< [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html) > Acessado em: 15 abri. 2023.

BRASIL, RDC nº 711, de 1 de Julho de 2022. requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2022.

BRAGA, R.; QUEIROGA, T.S.; CALIXTO, G.Q.; ALMEIDA, G.Q.; ALMEIDA, H.N.; MELO, D. M. A. FREITAS, J. C. O. CURBELO, F.D.S The energetic characterization of pineapple crown leaves. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 23, p. 18987-18993, 2015.

BAZZI, J.; LEMES, K.; SPEROTTO, L.; *et al.* **APROVEITAMENTO INTEGRAL DO ABACAXI**. Instituto Federal de Santa Catarina. 2020.

BORTOLOTTI, C. T.; SANTOS, K. G.; FRANCISQUETTI, M. C. C.; DUARTE, C. R.; & BARROZO, M. A. S. Hydrodynamic Study of a Mixture of West Indian Chery Residue and Soybean Grains in a Spouted Bed. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, 91, 1871-1880. 2013.

CARNEIRO, W.S.F.R. Aproveitamento da Farinha de Casca de Abacaxi Ananas Comosus (L.) Merrill para a Elaboração de Sorvete Funcional Probiótico. Orientador: Ester Ribeiro De Andrade. 2020. 85 F. **Dissertação** (Mestrado Em Nutrição) - Universidade Federal De Pernambuco, Recife, 2019.

CARVALHO, M.G. Barras de Cereais com Amêndoas de Chichá, Sapucaia e Castanhado- Gurguéia, Complementadas com Casca de Abacaxi. 93f. **Dissertação** (Mestrado Em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

COLLINS, J. L. The Pineapple: Botany, Cultivation and Utilization. Ney York: Interscience, 1960.

COSTA, J.M.C.; FELIPE, E.M.F.; MAIA, G.A.; BRASIL, I.M.; HERNANDEZ, F.F.H. Comparação dos Parâmetros Físico-Químicos e Químicos de Pós Alimentícios Obtidos de Resíduos de Abacaxi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-Ce, V. 38, N. 2, P. 228-232, 7 Ago. 2007.

CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S. **Taxonomia, Espécies, Cultivares e Morfologia**. In:

Cunha, G. A. P.; Cabral, J. R. S.; Souza, L. F. Da S. (Org.). O Abacaxizeiro: Cultivo, Agroindústria e Economia. Brasília, Df: Embrapa . 1999.

CHISTÉ, R.C. *et al.* Qualidade da Farinha de Mandioca do Grupo Seca. **Ciência E Tecnologia De Alimentos**, Campinas, V. 26, N.4, P.861-864, 2006.

DETMANN, E; M *et al.* Métodos Para Análise de Alimentos. Instituto Nacional de **Ciência E Tecnologia de Ciência Animal**. 1° Ed. 2012.

DONINELLI, J. W. **Pré-tratamento de coroa de abacaxi visando aproveitamento para produção de biocombustível**. 2022. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br:8443/handle/prefix/5389>>. Acesso em: 22 abr. 2023.

DOS SANTOS, M. L. G.; PAZ, E. C. S.; PEDROZA, M. M. Remoção do Corante Azul de Metileo em Solução Aquosa Usando Carvão da Casca e Coroa do Abacaxi. In: 10<sup>a</sup> JICE – **Jornada de Iniciação Científica e Extensão**. [s.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <<https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/10jice/paper/view/9792>>. Acesso em: 22 abr. 2023.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. FAOSTAT. 2014. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 22/04/2023.

FERRAZ, U.M. **INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICOQUÍMICA DO PALMITO DE BACABA (Oenocarpus mapora H. KARSTEN)**. Orientador: Prof. Dr. Rogério Antônio Sartori. 2013. 83 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Inovação Tecnológica) - Universidade Federal do Acre, RIO BRANCO - AC, 2013.

FIGUEIRÉDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M. Armazenamento de Abacaxi Minimamente Processado. **Revista Brasileira De Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, P. 95-103, 9 Abr. 2003.

FORTES, R. R.; BRIGAGÃO, T. C. S.; LOURENÇO, C. O.; CARVALHO, E. E. N.; TAVANO, O. L.; GARCIA, J. A. D.; NACHTIGALL, A. M.; BOAS, B. M. V. Physical and Chemical Characterization of Rice Flour, Pineapple and Banana Peel Flour and Pumpkin Seed Flour. **Research, Society and Development**, [S. L.], V. 9, N. 9, P. E436997293, 2020.

FRANÇA-SANTOS, A.; ALVES, R. S.; LEITE, N. S.; *et al.* Estudos bioquímicos da enzima bromelina do Ananas comosus (abacaxi). **Scientia Plena**, v. 5, n. 11, 2009. Disponível em: <<https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/749>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

GARCIA, C. C.; CHAVES, M. A.; BARREIRO, N. Modelagem da Secagem de Cascas de Abacaxi para a Produção de Farinha. **Descobertas das Ciências Agrárias e Ambientais 3** / Organizadoras Adriane Theodoro Santos Alfaro, Daiane Garabeli Trojan. Ponta Grossa (Pr): Atena Editora, 2017.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição Centesimal e de Minerais em Cascas de Frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 25. 2005.

GIL, Y. L. A. C.; PICCOLI, C.; STEFFENS, C. Aproveitamento integral de alimentos: avaliação físico-química de bolos à base de abóbora de pescoço (*Cucurbita moschata*). **Revista da Associação Brasileira de Nutrição - RASBRAN**, v. 10, n. 1, p. 109–116, 2019.

HOSSAIN, M. A.; RAHMAN, S. M. M. (2011). Total Phenolics, Flavonoids And Antioxidant Activity Of Tropical Fruit Pineapple. **Food Research International**, 44(3), 672- 676, 2011.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística**. Produção Agrícola Municipal 2018. IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística**. Produção Agrícola Municipal 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físicos-Químicos Para Análise de Alimentos**. 4 Ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008

ITAL-**Instituto De Tecnologia de Alimentos**. Frutas Tropicais 2: Abacaxi. São Paulo, 1978. 200p.

LOUSADA JÚNIOR, J.E.; COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. Caracterização Físico-Química de Subprodutos Obtidos do Processamento de Frutas Tropicais Visando Seu Aproveitamento na Alimentação Animal. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, V.37, N.1, P.70-76. 2006.

LIMA, P. C., et al. Aproveitamento Agroindustrial de Resíduos Provenientes do Abacaxi 'pérola' Minimamente Processado. **Holos**, 2, 122–136.  
<https://doi.org/10.15628/Holos.2017.5238>

LIMA, C. C.; SOUZA, B. S.; SANTINI, A. T.; OLIVEIRA, D. C. Aproveitamento Agroindustrial de Resíduos Provenientes do Abacaxi 'pérola' Minimamente Processado. **Holos**, Ano 33, Vol. 02. 2017.

MALDONADE, R. I et al. Protocolo Para Determinação de Açúcares Totais em Hortaliças Pelo Método de Dns. Brasília, Df: **Embrapa Hortaliças**, 2013.

MATSUURA, F. C. A. U., & ROLIM, R. B. Avaliação da Adição de Suco de Acerola em Suco De Abacaxi Visando À Produção de um "Blend" Com Alto Teor de Vitamina C. **Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal**. 2002.

MOREIRA, M. R. L. F. Caracterização do óleo extraído da casca e coroa do abacaxi (*Ananas comosus* L. merril). bachelorThesis, **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/38827>>. Acesso em: 22 abr. 2023.

MUNIZ, Cecília Elisa de Sousa. **Elaboração de barras de cereais utilizando resíduos agroindustriais de goiaba e caju enriquecidos proteicamente por via microbiana.** 2017. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1480>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

NOGUEIRA, G. D. R. *et al.* Food and Bioproducts Processing Analysis of a hybrid packed bed dryer assisted by infrared radiation for processing acerola (*Malpighia emarginata* D C) residue. **Food and Bioproducts Processing**, 114, 235–244. 2019.

NUNES, J.S.; SILVA, W.P.; GOMES, J.P.; SILVA, F.B. Influência da Temperatura de Secagem nas Propriedades Físico-Química de Resíduos Abacaxi. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-Pb, V. 1, N. 1, P. 41-46, 11 Abr. 2017.

OLIVEIRA, R. J. Extensão Rural em Foco: Apoio À Agricultura Familiar, Empreendedorismo E Inovação. Dinâmica de Produção e Comercialização de Abacaxi (*Ananas Comosus* L. Merr) No Estado Do Pará., **Editora Científica Digital**, Ano 2020, V. 1, N. 1, P. 240-247, 30 Jul. 2020.

PACHECO, N. I.; MENDES, L. A. P. P.F.; CARNEIRO, G. S.; *et al.* Caracterização do abacaxi e sua casca como alimento funcional: revisão narrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e46011326840–e46011326840, 2022.

PIOVESANA, A.; BUENO, M. M.; KLAJN, V. M. Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, p. 68–72, 2013.

RANDOLPHO, G. A. *et al.* Resíduos de frutas transformados em novos produtos alimentícios: uma revisão sistemática. **Multitemas**, Campo Grande, MS, v. 25, n. 61, p. 297-311, set./dez. 2020.

ROMIO, A.; MULLER, C.A.; DEBORTOLLI, R.; KLEIN, C. Propriedades Químicas de Diferentes Cortes de Abacaxi Armazenado em Temperatura Controlada. **Anuário Pesquisa E Extensão Unoesc São Miguel**, [S. L.], P. 1-5, 4 Jul. 2018.

SANTANA NETO, D.C.; ONIAS, E.A.; ARÁUJO, J.S.F.; ALVES, A.M.A.; SILVA, O.S. Avaliação Do Processo de Enriquecimento Proteico de Resíduo de Abacaxi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. L.], V. 12, N. 1, P. 95-99, 18 Fev. 2017.

SANTOS, A. R. R.; CIABOTTI, S.; PEREIRA, J. M. A.; GONÇALVES, C. A. A.; Campagnol, P. C. B. Avaliação da Composição Centesimal de Casca de Abacaxi (1-4) lii **Seminário De Iniciação Científica E Inovação Tecnológica**. 2010.

SARZI, B., DURIGAN, J. F. & ROSSI JUNIOR, O. D. Temperatura e Tipo de Preparo na Conservação de Produto Minimamente Processado de Abacaxi 'pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 24(2), 376-380. 2002.

SOUZA, J. M. L. DE; NEGREIROS, J. R. DA S.; ÁLVARES, V. DE S.; LEITE, F. M. N.;



SOUZA, M. L. DE; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V. Variabilidade Físico-Química da Farinha De Mandioca. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(4): 907-912, Out.-Dez. 2008.

SILVA, J. S.; MALTA, V. R. S.; SANTOS-ROCHA, M. S. R.; *et al.* Hidrólise ENZIMÁTICA, Fermentação e Produção de Biocombustíveis Através da Coroa de Ananas comosus. **Química Nova**, v. 41, p. 1127–1131, 2018.

SILVA. R. C. DA; PINO, L. M.; SPOTO, M. H. F.; D'ARCE, M. A. B. R. Estabilidade Oxidativa e Sensorial de Farinhas de Trigo e Fubá Irradiados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 30(2): 406-413, Abr.-Jun. 2010.

TEIXEIRA, C. A. D.; ROSA NETO, C.; LEÔNIDAS, F. das C.; *et al.* **Sistema de produção para a cultura do abacaxi no estado de Rondônia**. 2020. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1123953>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

VIANA, E.S.; REIS, R.C.; JESUS, J.L.; JUNGHANS, D.T.; SOUZA, F.V.D. Caracterização Físico-Química de Novos Híbridos de Abacaxi Resistentes À Fusariose. **Ciência Rural**, Santa Maria, V. 43, N. 7, P. 1155-1161, 10 Jul. 2013.

VIEIRA, E.S.; AMORIM, C.C.M.; SILVA, E.P.; SOUZA, G. Aceitabilidade e Características Físico-Químicas de Geleia Mista de Casca de Abacaxi e Polpa de Pêssego. **Científica**, Jaboticaba, V. 45, N. 2, P. 115-122, 8 Ago. 2017.

ZAIA; DIMAS A. M *et al.* Determinação de Proteínas Totais Via Espectrofotometria: Vantagens e Desvantagens dos Métodos Existentes. **Química Nova**, P. 787-793, 20 Out. 1998.

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CASCAS DE CAFÉ: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O PROCESSAMENTO VIA SECA E FERMENTADO

## CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS HUNAS DE CAFÉ: UN ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE PROCESAMIENTO SECO Y FERMENTADO

### PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF COFFEE HUSK: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN DRY AND FERMENTED PROCESSING

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.161-178>

**Maria Vitória Lima Costa Donato**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco,  
[vitoriadonato57@gmail.com](mailto:vitoriadonato57@gmail.com)

**Samanta Rayelly de Souza Silva**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco,  
[samantarayelly@gmail.com](mailto:samantarayelly@gmail.com)

**Maria Érica da Silva Tavares**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco,  
[mericatavares@hotmail.com](mailto:mericatavares@hotmail.com)

**Elisandra Rabêlo da Silva**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco,  
[rabeloelisandra1@gmail.com](mailto:rabeloelisandra1@gmail.com)

**Suzana Pedroza da Silva**

Doutora em Engenharia Química, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco,  
[suzana.pedroza@ufape.edu.br](mailto:suzana.pedroza@ufape.edu.br)

## Resumo

O processamento do café gera uma quantidade significativa de resíduos, sendo a casca um dos principais subprodutos deste processamento, rica em matéria orgânica, nutrientes e compostos bioativos, como cafeína, polifenóis e taninos, no entanto, essa matéria-prima é descartada de forma incorreta, sem aproveitar seu potencial bioativo. Com a crescente preocupação com a saúde, o meio ambiente e a qualidade de vida, os consumidores têm buscado produtos sustentáveis, incluindo o café orgânico e o uso de subprodutos de forma sustentável. O objetivo deste estudo foi caracterizar as cascas de café orgânico arábica processadas por via seca natural e fermentação anaeróbica na região de Taquaritinga do Norte, em Pernambuco, e comparar estatisticamente os resultados obtidos para fins de usos alimentícios. O estudo foi conduzido utilizando cascas de café processadas por via seca natural e fermentação anaeróbica, coletadas em duas fazendas na região de Taquaritinga do Norte. Foram realizadas análises físico-químicas nas cascas, incluindo umidade, cinzas, lipídios, proteínas, atividade de água, pH, condutividade, acidez, sólidos solúveis, cor, açúcares redutores e cafeína. Os resultados mostraram diferenças significativas entre as cascas processadas de forma natural e fermentada em relação a diversos parâmetros. A partir destes resultados, com estas características observadas em cada tipo de casca, é possível determinar em qual ramo cada uma seria melhor aplicável, contribuindo para a reutilização das propriedades características e o prolongamento da vida útil deste resíduo. Demonstrando a importância de estudar sobre os processamentos pós-colheita do café e como influenciam nos subprodutos gerados, sendo necessário investir de forma contínua na pesquisa e inovação da produção de café, sendo possível que o produtor consiga definir, de forma viável e eficiente, um melhor direcionamento de seus resíduos gerados pelo aumento na demanda e consumo de cafés.

**Palavras-chave:** café orgânico; casca de café; caracterização físico-química; reutilização de resíduos; subprodutos sustentáveis.

## Resumen

El procesamiento del café genera una cantidad significativa de residuos, siendo la cáscara uno de los principales subproductos de este proceso, rica en materia orgánica, nutrientes y compuestos bioactivos como cafeína, polifenoles y taninos. Sin embargo, esta materia prima se descarta de manera incorrecta, sin aprovechar su potencial bioactivo. Con la creciente preocupación por la salud, el medio ambiente y la calidad de vida, los consumidores han estado buscando productos sostenibles, incluyendo el café orgánico y el uso sostenible de subproductos. El objetivo de este estudio fue caracterizar las cáscaras de café orgánico arábica procesadas por vía seca natural y fermentación anaeróbica en la región de Taquaritinga do Norte, en Pernambuco, y comparar estadísticamente los resultados obtenidos para su uso en alimentos. El estudio se llevó a cabo utilizando cáscaras de café procesadas por vía seca natural y fermentación anaeróbica, recolectadas en dos fincas de la región de Taquaritinga do Norte. Se realizaron análisis físico-químicos en las cáscaras, incluyendo humedad, cenizas, lípidos, proteínas, actividad de agua, pH, conductividad, acidez, sólidos solubles, color, azúcares reductores y cafeína. Los resultados mostraron diferencias significativas entre las cáscaras procesadas de forma natural

y fermentada en relación a varios parámetros. A partir de estos resultados, con estas características observadas en cada tipo de cáscara, es posible determinar en qué ámbito sería mejor aplicable cada una, contribuyendo a la reutilización de las propiedades características y la prolongación de la vida útil de este residuo. Esto demuestra la importancia de estudiar los procesos post-cosecha del café y cómo influyen en los subproductos generados, siendo necesario invertir de manera continua en la investigación y la innovación en la producción de café, para que el productor pueda definir de manera viable y eficiente una mejor gestión de sus residuos generados debido al aumento en la demanda y consumo de café.

**Palabras clave:** café orgánico; cáscara de café; Caracterización físico-química; reutilización de residuos; subproductos sostenibles.

## Abstract

The processing of coffee generates a significant amount of waste, with the husk being one of the main byproducts of this process, rich in organic matter, nutrients, and bioactive compounds such as caffeine, polyphenols, and tannins. However, this raw material is incorrectly discarded without harnessing its bioactive potential. With the growing concern for health, the environment, and quality of life, consumers have been seeking sustainable products, including organic coffee and the sustainable use of byproducts. The objective of this study was to characterize the husks of organic arabica coffee processed through natural dry and anaerobic fermentation methods in the region of Taquaritinga do Norte, Pernambuco, and statistically compare the obtained results for food-related purposes. The study was conducted using husks of coffee processed through natural dry and anaerobic fermentation methods, collected from two farms in the Taquaritinga do Norte region. Physicochemical analyses were performed on the husks, including moisture, ash, lipids, proteins, water activity, pH, conductivity, acidity, soluble solids, color, reducing sugars, and caffeine. The results showed significant differences between husks processed naturally and those fermented in relation to various parameters. Based on these results and the observed characteristics of each type of husk, it is possible to determine in which field each one would be best applicable, contributing to the reuse of characteristic properties and the extension of the shelf life of this waste. This demonstrates the importance of studying post-harvest coffee processing and its influence on the generated byproducts, highlighting the need for continuous investment in research and innovation in coffee production, enabling producers to define a more viable and efficient management of their waste generated due to the increased demand and consumption of coffee.

**Keywords:** organic coffee; coffee husk; physical-chemical characterization; waste reuse; sustainable by-products.

## Introdução

O café é uma importante *commodity* comercializada no mundo, onde sua produção está relacionada ao manejo utilizado no cultivo, aumentando a demanda de consumo por cafés de alta qualidade no mercado brasileiro e mundial (TOLESSA *et al.*, 2017; HAILE; KANG, 2019; AGNOLETTI *et al.*, 2020). Além disso, o tipo de

processamento utilizado durante a pós-colheita, sendo ele via seca, úmida ou semiúmida, e os fatores internos e externos característicos do fruto café tem grande impacto na qualidade sensorial das bebidas a serem originadas (SANZ-URIBE *et al.*, 2017).

A agroindústria, no decorrer de suas atividades, gera uma quantidade de resíduos e subprodutos (como cascas, caroços, sementes, bagaços, entre outros) que variam em relação a matéria-prima utilizada, a quantidade e a sazonalidade (VIANA; CRUZ, 2016). O processamento do café gera uma grande quantidade de subprodutos, sendo a casca um dos principais subprodutos gerados, devido a pouca informação e compreensão dos produtores, esta matéria-prima é descartada de forma incorreta, sendo mal aproveitada e pouco explorada em relação ao seu potencial bioativo pela indústria alimentícia e farmacêutica (CRUZ *et al.*, 2015, MANZAR *et al.*, 2020).

Sendo evidente e crescente a preocupação populacional com a saúde, o meio ambiente e qualidade de vida. Existe um crescimento no nível informacional dos consumidores, que buscam a inserção no nicho de consumo sustentável, adquirindo produtos de empresas que se adequem ao contexto de produção sustentável e comercialização socialmente justa (SÁ *et al.*, 2014). Donato *et al.* (2021) ressaltam que os consumidores são conquistados pela utilização de projetos sustentáveis no setor cafeeiro, além de que a produção de café orgânico e a adoção de atividades sustentáveis em toda a cadeia produtiva proporciona valorização de consumo nos mercados nacional e internacional.

Logo, o presente estudo teve como objetivo caracterizar física e físico-quimicamente as cascas de café de manejo agrônomico orgânico, tipo arábica, processados por via seca natural e por fermentação anaeróbica produzidas na região de Taquaritinga do Norte-PE e, comparar estatisticamente os resultados obtidos para fins de usos alimentícios.

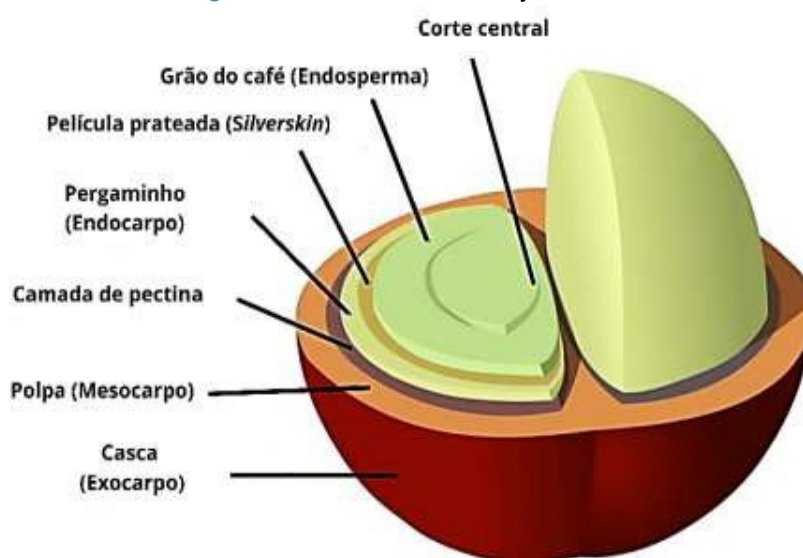
## Referencial teórico

O café pertence à família *Rubiaceae* e ao gênero *Coffea*, possuindo, em média, 103 espécies descritas, onde mais conhecidas são *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* L. (SAKIYAMA; FERRÃO, 2014). Segundo Phrommarat (2019), sendo uma importante *commodity* mundial, o café envolve atividades desde o cultivo do fruto até

a chegada dos grãos ao consumidor, gerando resíduos que impactam o meio ambiente.

O fruto do café (Figura 01), denominado cereja, é coberto por várias camadas: a primeira delas é o exocarpo, uma camada monocelular coberta com uma substância cerosa que protege o fruto; em seguida têm-se o mesocarpo, que é uma polpa viscosa com uma camada pectinácea de mucilagem aderida ao endocarpo; o endocarpo, fina camada revestida de polissacarídeos; depois o *silverskin* (película prateada), camada de semente composta de polissacarídeos, monossacarídeos, proteínas, polifenóis e outros compostos menores; e, por fim, normalmente possui duas sementes de formato elíptico contendo endosperma e embriões (FARAH; SANTOS, 2015).

**Figura 01:** Anatomia da cereja do café.



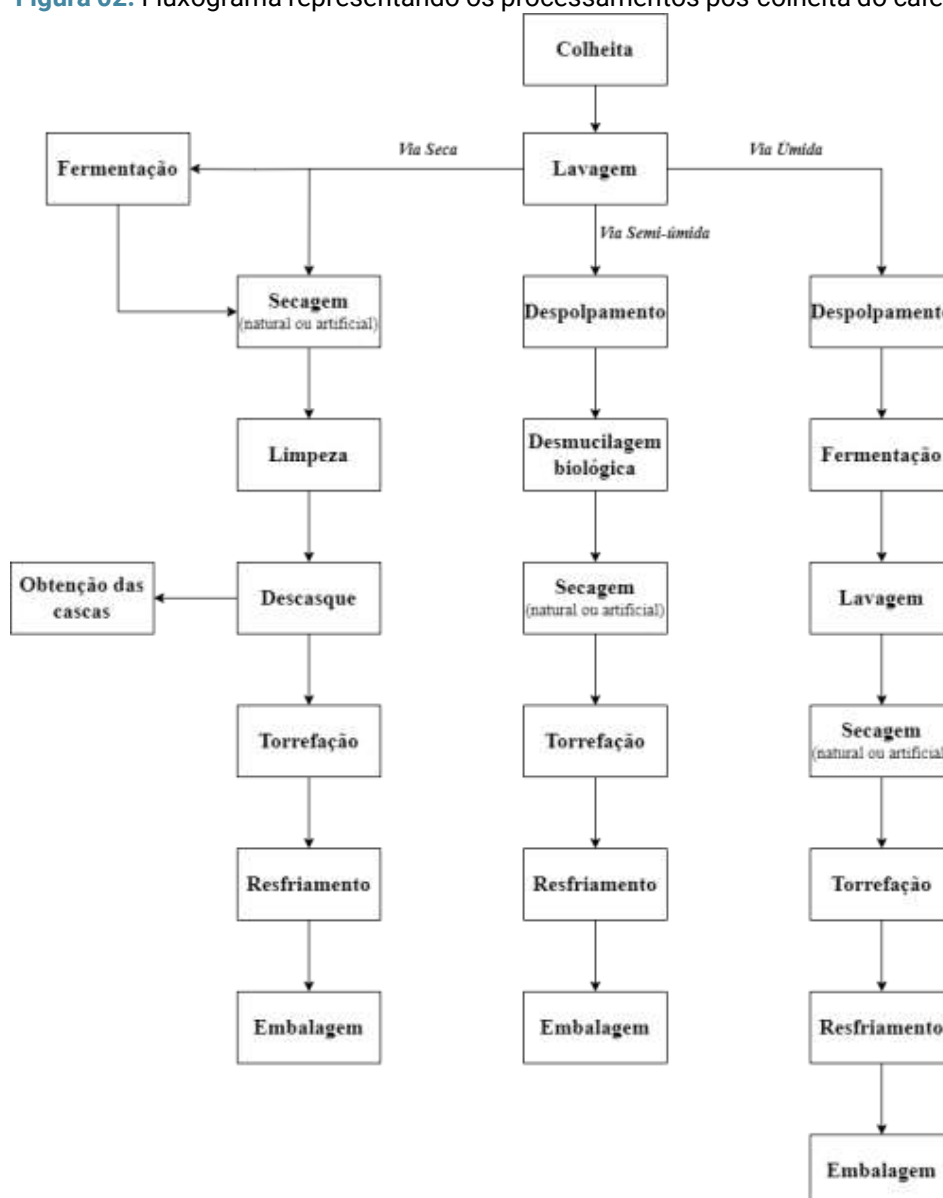
**Fonte:** adaptada de farah e santos (2015).

O tipo de processamento (Figura 02) a ser utilizado, sendo por via seca, por via úmida ou semiúmida, tem influência direta na qualidade final do grão, além de gerar impactos na rentabilidade da produção, visando a redução da umidade entre 10 a 12%, permitindo o armazenamento do grão verde por um período maior (EVANGELISTA *et al.*, 2014). Segundo Esquivel e Jiménez (2012), no processamento por via seco, as cerejas do café são submetidas a operação de secagem de forma integral, ou seja, com todas as partes que as constituem. Já o processamento por via úmida é caracterizado pela retirada do exocarpo e mesocarpo do fruto, de forma mecânica ou fermentativa, antes que sejam secas (BRESSANI, 2017). E no processamento

semiúmido, os frutos são despolidos e expostos ao processo de secagem, onde a fermentação tende a ocorrer natural (VILELA *et al.*, 2010).

A cereja do café possui naturalmente uma microbiota, composta por enzimas e microrganismos, devido a isso, a fermentação ocorre espontaneamente nos frutos e, dependendo das condições ambientais e da composição química do grão, influencia na qualidade dos grãos e da bebida café, com isso ao ser conduzida de forma controlada produz bebidas com aromas e sabores especiais (PUERTA, 2015). Além disso, durante o processo, a microbiota é responsável pela produção de enzimas pectinolíticas e celulolíticas, a fim de degradar a mucilagem e a polpa do fruto (SILVA *et al.*, 2008).

**Figura 02:** Fluxograma representando os processamentos pós-colheita do café.

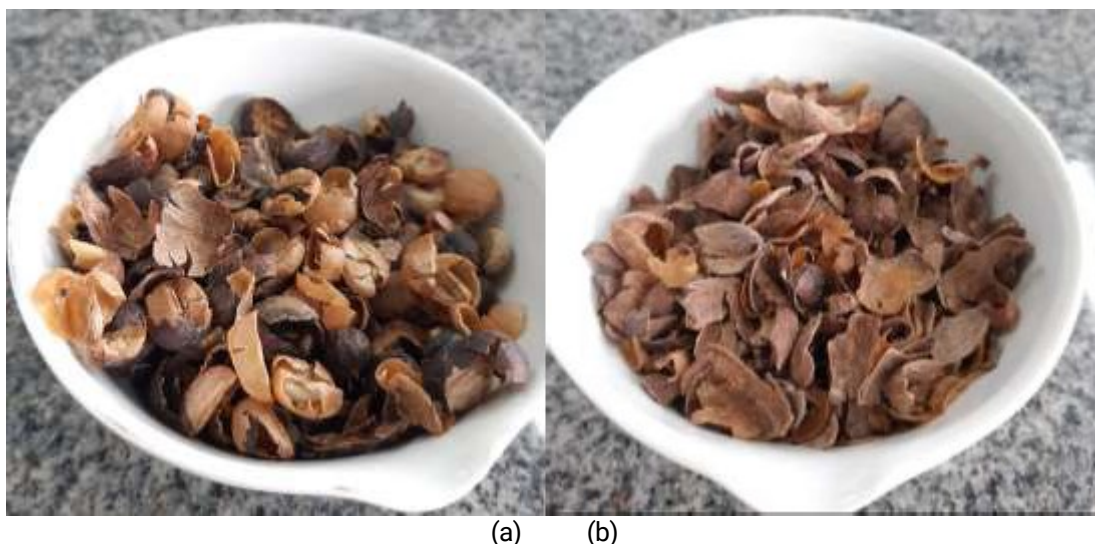


Fonte: adaptada de pereira *et al.* (2019).

O setor agroindustrial tem crescido ao longo dos anos e investido cada vez mais em seus processamentos, gerando grande quantidade de subprodutos, em muitos casos estes são considerados como parte do custo operacional, sendo mal aproveitados e descartados de forma incorreta no meio ambiente, trazendo perdas para a economia e impactando nos recursos e fonte de renda populacional (NASCIMENTO; FRANCO, 2015). Silva *et al.* (2019) apresentam que alguns resíduos de produções já possuem aplicação na agropecuária, sendo usados na cobertura e proteção do solo e no enriquecimento da alimentação de animais.

No processamento dos grãos de café, em sua maioria a casca do café (Figura 03) é obtida pelo processamento via seca, sendo ele fermentado ou não, após o processo de secagem e representa 30% do total do fruto, sendo um dos resíduos gerados mais importantes, uma vez que o volume gerado deste subproduto é contabilizada pela safra colhida e processada de café (FREITAS, 2016). A casca do café é constituída por alta carga de matéria orgânica, nutrientes e componentes como a cafeína, polifenóis e taninos, dessa forma o emprego desta no âmbito agro alimentício, para obtenção de compostos e agregação de valor é de grande interesse econômico e industrial (FREITAS, 2022).

**Figura 03:** Cascas de café obtidas pelo processamento por via seca por rota natural (a) e fermentada (b).



Fonte: própria (2023).

Sendo um subproduto proveniente do processamento do café é importante ressaltar que seu aumento, a nível mundial, está relacionado ao aumento do consumo do café, uma vez que esta matéria-prima é uma grande fonte de compostos bioativos,



sua valorização e uso é de interesse alimentício, farmacêutico e cosmético (ALVES et al., 2017), podendo ainda ser aplicado em ramos da construção civil (MIRANDA, 2021).

## Metodologia

A pesquisa realizada caracteriza-se como do tipo quantitativa. As cascas de café, ambas beneficiadas via seca, obtidas por cafés *Arábica typica* provenientes de rota natural e fermentada foram coletadas no Sítio Florentina e na Fazenda Sítio Várzea Grande, respectivamente, ambos localizados no município de Taquaritinga do Norte – PE, no Agreste Pernambucano, na microrregião do Alto do Capibaribe.

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), utilizando as cascas provenientes dos grãos crus de café, moídas em moagem fina e padronizadas a fim de obter granulometria menor que 32 Mesh (0,5 mm). Na caracterização físico-química, foram realizadas as seguintes análises: umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, atividade de água, pH, condutividade, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, cor, açúcares redutores e cafeína, seguindo as metodologias do do Instituto Adolfo Lutz (2008), Quast e Aquino (2004), Bradford (1976). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para o tratamento dos dados obtidos nas análises físicas utilizou-se o software R e RStudio, considerando diferença estatisticamente significativa quando  $p \leq 0,05$  de acordo com a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey.

## Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos em relação aos parâmetros avaliados para a caracterização físico-química das cascas obtidas de cafés processados por via seca natural e via úmida fermentada. Os resultados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, onde os que estão na mesma linha seguidos por diferentes letras (a, b) são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 01:** Parâmetros avaliados para caracterização físico-química das cascas obtidas por grãos crus de café, pelos processamentos por via seca natural e via úmida fermentada, com seus devidos coeficientes de variação.

Parâmetros	Casca natural	Casca fermentada	Coefficiente de variação (%)
Umidade (%)	11,12±0,11 <sup>b</sup>	12,07±0,3 <sup>a</sup>	2,37
Cinzas (%)	4,13±0,29 <sup>b</sup>	8,41±0,64 <sup>a</sup>	7,95
Lípídeos (%)	11,08±0,46 <sup>b</sup>	14,88±0,42 <sup>a</sup>	3,39
Proteínas (g/L)	0,45±0,46 <sup>b</sup>	0,82±0,07 <sup>a</sup>	10,66
A <sub>w</sub>	0,59±0,00 <sup>b</sup>	0,63±0,00 <sup>a</sup>	0,25
pH	5,45±0,03 <sup>a</sup>	4,19±0,01 <sup>b</sup>	0,40
Cond.(μs.cm <sup>-1</sup> )	1,96±0,02 <sup>b</sup>	3,73±0,01 <sup>a</sup>	0,45
ATT(%)	1,81±0,13 <sup>b</sup>	4,46±0,00 <sup>a</sup>	2,48
SST (%)	1,20±0,00 <sup>b</sup>	1,83±0,06 <sup>a</sup>	2,69
ΔE	24,22±0,70 <sup>a</sup>	19,44±1,65 <sup>b</sup>	5,80
AR (g/L)	3,83±0,07 <sup>a</sup>	1,71±0,19 <sup>b</sup>	5,09
Cafeína (mg/100mL)	0,09±0,00 <sup>a</sup>	0,09±0,00 <sup>a</sup>	0,10

Proteínas: expresso em gramas por litro; A<sub>w</sub>: Atividade de água; Cond.: Condutividade elétrica; ATT: Acidez Total Titulável; SST: Sólidos Solúveis Totais; ΔE: valor total na diferença de cor; A.R.: Açúcares Redutores: expresso em gramas por litro; Cafeína: expresso em miligramas de cafeína por 100 mL de clorofórmio.

**Fonte:** própria (2023).

O parâmetro de umidade diferiu estatisticamente entre as amostras, onde a casca fermentada apresentou maior resultado (12,07%). As cascas apresentaram valores de umidade semelhantes ao do grão de café cru, onde para este o limite máximo tolerável é de 12,5% (BRASIL, 2003), uma vez que as amostras foram obtidas da matéria-prima antes de ser submetida ao processo de torrefação. Vale ressaltar que na casca de café, a umidade é influenciada por fatores anteriores ao processo de secagem dos frutos, como o beneficiamento e as condições de armazenamento (NEVES, 2016).

O parâmetro de cinzas apresentou diferença estatística entre as amostras, onde a casca fermentada apresentou maior resultado (8,41%), sugerindo que esta possui uma maior quantidade de resíduos inorgânicos. É importante ressaltar que este parâmetro, assim como nos grãos de café, refere-se à qualidade da amostra e a quantidade de compostos inorgânicos, em sua maioria sais minerais (como potássio, cálcio, fósforo, magnésio, entre outros), presentes após a queima em altas temperaturas na mesma (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Em relação ao teor de lípídeos, as amostras diferiram estatisticamente, onde a casca fermentada apresentou maior resultado (14,88%), levando a considerar que frutos fermentados possuem maior concentração de lípídeos que os frutos de café

naturais. Sendo uma variável importante para discriminação de cafés fermentados (OLIVEIRA *et al.*, 2021), uma vez que durante o processo de fermentação, há uma migração destes compostos do endosperma para o exocarpo do café, a fim de contribuir com as reações proporcionadas pelo fenômeno (WILLIAMSON; HATZAKIS, 2019).

Para o teor de proteínas, as amostras também apresentaram diferença estatística entre si, onde a casca fermentada apresentou maior resultado (0,82%), sugerindo que esta possui maior concentração proteica que a casca natural. Este parâmetro, embora seja pouco explorado em relação a fermentação de cafés, representa potencial precursores de nitrogênio para formação de compostos voláteis, visto que durante o processo fermentativo atuam como indutores da degradação de açúcares e, após a degradação dos aminoácidos, como doadores de nitrogênio (HWANG *et al.*, 2012).

O parâmetro de atividade de água está relacionado a probabilidade de desenvolvimento microbiano e provável deterioração, que possa interferir nas características sensoriais e na preservação de alimentos (ANUNCIAÇÃO; JUNIOR, 2016). Os resultados obtidos para este parâmetro apresentaram diferença estatística entre as amostras, embora a casca fermentada tenha apresentado maior resultado (0,630 Aw), indicando maior disponibilidade de água na amostra, ambas encontram-se dentro da faixa de atividade onde o crescimento de microrganismo deteriorantes é mínimo (FENNEMA, 2010).

O parâmetro de pH apresentou diferença estatística entre as amostras, onde a casca natural apresentou maior resultado (5,45). A partir disso, é possível relacionar a fermentação com aumento da formação de ácidos no exocarpo do fruto do café (CRUZ, 2016), onde este processo ocorre em função da degradação dos açúcares presentes para o crescimento microbiológico, resultando em uma diminuição do pH. (BRANDO; BRANDO, 2014).

Para condutividade elétrica observou-se diferença estatística entre as amostras, onde a casca fermentada apresentou o maior valor (3,73  $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), indicando maior presença de íons na amostra, visto que este parâmetro quantifica os íons liberados durante a absorção de líquido por sólido poroso, e está relacionada com a integridade das membranas celulares da amostra (AGNOLETTI, 2015).

O parâmetro de acidez total titulável (ATT) apresentou diferença estatística entre as amostras, onde a casca fermentada apresentou maior resultado (4,46%). Segundo Peisino *et al.* (2015), este parâmetro varia de acordo com o nível de fermentação e o grau de maturação dos frutos de café. Além disso, observa-se uma relação entre a acidez total titulável e o pH, sendo inversamente proporcionais, quanto maior foi a acidez total, menor será o pH da amostra. Este fato é atribuído ao acúmulo de ácidos no exocarpo do fruto café, formados pelo processo fermentativo (BRUYN *et al.*, 2017).

Para o teor de sólidos solúveis totais (SST) apresentou-se diferença estatística entre as amostras, onde a casca fermentada apresentou maior resultado (1,83%), indicando que esta amostra possui maior concentração de sólidos solúveis. Este parâmetro é um importante atributo de qualidade porque, além da sacarose, incluem compostos como trigonelina, cafeína e ácidos presentes na casca do café que atuam como precursores de voláteis como furanos, aldeídos e ácidos carboxílicos (MACEDO *et al.*, 2020).

O parâmetro de variação total de cor ( $\Delta E$ ) também apresentou diferença estatística entre as amostras, onde a casca natural apresentou maior resultado (24,22), indicando que esta amostra se apresenta mais escura que a casca fermentada. Watawana *et al.* (2015) apresenta este comportamento em função do processo fermentativo que se submeteu os frutos de café, onde este fenômeno promove a polimerização de compostos fenólicos em macromoléculas de cor marrom e, durante o mecanismo, a microbiota presente no fruto degrada os polifenóis em moléculas menores, proporcionando homogeneidade de coloração no exocarpo do fruto fermentado, em comparação ao fruto natural.

Os açúcares redutores são monossacarídeos que possuem capacidade de oxidação na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas, além disso são fontes primárias para o crescimento enzimático e microbiológico em fermentações (FENNEMA, 2010). Para este parâmetro se observou diferença estatística entre as amostras, onde a casca natural apresentou maior resultado (3,83%), indicando que esta possui maior concentração de glicose e frutose em sua composição. Isto se justifica pelo fato de, durante o processo fermentativo, a microbiota presente no fruto

utilizar estes carboidratos como substrato para formação de compostos voláteis e precursores das reações de caramelização e reação de Maillard (LEE *et al.*, 2015).

Para a cafeína, não houve diferença estatística entre as amostras, indicando que neste parâmetro as cascas natural e fermentada são similares. Visto que, assim como nos grãos de café crus, este baixo valor se deve ao fato desta matéria-prima não ter sido submetida ao processo de torrefação, uma vez que este tende a aumentar a quantidade desta substância devido a exposição dos grãos a altas temperaturas (MUSSATTO *et al.*, 2011).

Diante destes resultados observa-se que este subproduto pode ser utilizado para novos fins, uma vez que sua separação da matéria-prima já faz parte do processamento regular do café, não exige investimentos ou custos adicionais para sua reutilização (ALVES *et al.*, 2017), onde também é possível contribuir com o prolongamento da vida útil deste resíduo e diminuir a contaminação de solos e fontes de água (SÁNCHEZ-MOLINA *et al.*, 2018).

Existem vários estudos que propõem a utilização das cascas de café em diversos segmentos levando em consideração a diminuição de impactos ambientais gerados pelo beneficiamento, onde ambas as cascas de café, por serem fonte de nutrientes essenciais (como nitrogênio, fósforo e potássio) e compostos bioativos (como antioxidantes e polifenóis), podem ser utilizadas como substrato para produção de mudas de espécies florestais (SILVA *et al.*, 2020) e mudas de mamoeiro (OLIVEIRA *et al.*, 2019); criação de biopolímeros (MONCADA, 2022); alternativa para solubilização de potássio em rochas (PESSOA *et al.*, 2015); alternativa de substrato em processos fermentativos (FREITAS, 2016) e produção de enzimas (RÊGO *et al.*, 2019); matéria-prima no processo de gaseificação e geração de energia elétrica (FREITAS; RENÓ, 2022); matéria-prima alternativa para produção de açúcar (SABOGAL-OTÁLORA *et al.*, 2022) e para a produção de biodiesel (EMMA *et al.*, 2022).

## Conclusões

Através da metodologia empregada foi possível relacionar os resultados obtidos para as cascas provenientes de cafés processados por via seca natural e via úmida fermentada, onde a maioria dos parâmetros, com exceção de cafeína, apresentaram diferença significativa, dentre os quais a casca fermentada apresentou

maiores resultados para composição centesimal. Dessa forma, é possível afirmar que a casca fermentada apresenta características mais ácidas, maior teor lipídico e proteico, maior percentual de resíduos inorgânicos e orgânicos, cor mais clara e menor percentual de açúcares redutores, podendo ser direcionada a reutilização em processos de produção de biodiesel, na solubilização de rochas ou como substratos na produção de mudas; em contrapartida, a casca natural apresenta características mais alcalinas, coloração mais escura e com maior percentual de açúcares redutores, devido a isso pode ser utilizada como matéria prima alternativa para produção de açúcar ou substrato para produção enzimática e culturas microbiológicas.

A partir destes resultados, com estas características observadas em cada tipo de casca, é possível determinar que ambos os tipos de casca podem ser aplicados no ramo agroindustrial e alimentício, devido ao seu valor nutricional, podendo ser adicionadas em farinhas para preparação de alimentos funcionais ou utilizadas como substrato em fermentações, contribuindo para a reutilização e o prolongamento da vida útil deste resíduo. Demonstrando a importância de estudar sobre os processamentos pós-colheita do café e como influenciam nos subprodutos gerados, sendo necessário investir de forma contínua na pesquisa e inovação da produção de café, sendo possível que o produtor consiga definir, de forma viável e eficiente, um melhor direcionamento de seus resíduos gerados pelo aumento na demanda e consumo de cafés.

## Referências

AGNOLETTI, B. Z. Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*Coffea arabica*) e conillon (*Coffea canephora*) classificados quanto a qualidade da bebida. **Dissertação de Mestrado - Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Universidade Federal do Espírito Santo. Porto Alegre- ES, 2015.

AGNOLETTI, B.Z.; PINHEIRO, P.F.; PEREIRA, L.L.; OLIVEIRA, E.C.S.; FILGUEIRAS, P. R. Discriminação de Café Arábica Quanto à Qualidade Sensorial Utilizando Cromatografia Gasosa e PLS-DA. **Revista Ifes Ciência**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 147-158, 2020.

ALVES, R.C.; RODRIGUES, F.; NUNES, M.A.; VINHA, A.F.; OLIVEIRA, M.B.P.P. State of the art in coffee processing by-products. **In**: GALANAKIS, C.M. Handbook of Coffee Processing By-Products. Academic Press, Elsevier, v.1, p.1-26. 2017

ANUNCIAÇÃO, A.S.; JÚNIOR, L.S.S. Análise da qualidade do café obtido por

torrefação à vácuo. **Revista Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos – CSBEA**, v.2, n.1. 2016.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. 1976.

BRANDO, C. H. J.; BRANDO, M. F. Methods of coffee fermentation and drying. In: SCHWAN, R.; FLEET, G. Cocoa and Coffee Fermentations - Fermented Foods and Beverages Series. **CRC Press**, 1st Edition, p. 341-366. Boca Raton, FL. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003**. Disponível em: <https://www.abic.com.br/institucional/legislacao/>. Acesso em: 24 maio 2023.

BRESSANI, A. P. P. Avaliação química e sensorial de café Catuaí amarelo fermentado pelo processamento por via seca com inoculação de leveduras. 2017. 101 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

BRUYN, F.; ZHANG, S.J.; POTHAKOS, V.; TORRES, J.; LAMBOT, C.; MORONI, A.V.; CALLANA, M.; SYBESMA, W.; WECKX, S.; VUYST, L. Exploring the impacts of postharvest processing on the microbiota and metabolite profiles during green bean production. **Applied and Environmental Microbiology**, v.83, p.2398–2416. 2017.

CRUZ, R.; MENDES, E.; TORRINHA, Á.; MORAIS, S.; PEREIRA, J. A.; BAPTISTA, P.; CASAL, S. Revalorization of spent coffee residues by a direct agronomic approach. **Food Research International**, v.73, p.190-196. 2015.

CRUZ, T.A. Avaliação Física, Química e Físico-química Dos Cafés das Microrregiões da Chapada de Minas. **Trabalho de Conclusão de Curso em Química**. Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhoca e Mucuri – UFJM. Diamantina- MG, 2016.

DONATO, M.V.L.C.; SANTOS, W.W.V.; MEDEIROS, A.L.T.; SILVA, S.P. Desafios da Produção de Café Orgânico: Certificação, Mercado e Sustentabilidade. In: II Congresso Internacional da Agroindústria - Inovação, Gestão e Sustentabilidade na Agroindústria. **Anais**. 2021.

EMMA, A.F.; ALANGAR, S.; YADAV, A.K. Extraction and characterization of coffee husk biodiesel and investigation of its effect on performance, combustion, and emission characteristics in a diesel engine. **Energy Conversion and Management: X**, v.14. 2022.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by products. **Food Research International**, v. 46, n. 2, p. 488-495, 2012

EVANGELISTA, S. R.; SILVA, C.F.; MIGUEL, M.G.P.C; CORDEIRO, C.S.; PINHEIRO,

A.C.M.; DUARTE, W.F.; SCHWAN, R.F. Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. **Food Research International**, v. 61, p. 183- 195, 2014b.

FARAH, A; SANTOS, T. F. The Coffee Plant and Beans: An Introduction. *In*: PREENDY, V. **Coffee in Health and Disease Prevention**. Academic Press. 1008p. p. 5-10. Estados Unidos, 2015.

FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FREITAS, W.L.C. **Estudo da casca de café como matéria prima em processos fermentativos**. 2015. Tese (Doutorado em Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2016.

FREITAS, L. C. F.; RENÓ, M. L. G. Environmental and economic evaluation of coffee residues. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 27, n. 4, p. 715–721, 2022.

HAILE, M; KANG, W. H. The Role of Microbes in Coffee Fermentation and Their Impact on Coffee Quality. **Journal of Food Quality**. Volume 2019, Article ID 4836709, 6 pages. 2019.

HWANG, C.F.; CHEN, C.C.; HO, C.T. Contribution of coffee proteins to roasted coffee volatiles in a model system. **International Journal of Food Science and Technology**, v.47, p.2117-2126, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico- químicos para análises de alimentos**. 1020 p. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008.

LEE, L. W; CHEONG, M. W; CURRAN, P; YU, B; LIU, S. Q. Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship. **Food Chemistry**, v. 185, p. 182-191. 2015.

MACEDO, L.L.; ARAÚJO, C.S.; VIMERCATI, W.C.; HEIN, P.R.G., PIMENTA, C.J.; SARAIVA, S.H. Evaluation of chemical properties of green coffee beans using near infrared spectroscopy NIR spectroscopy for estimating intact green coffee properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.101, n.8. 2020.

MANZAR, M.S.; ZUBAIR, M.; KHAN, N.A.; HUSAIN KHAN, A.; BAIG, U.; AZIZ, M.A.; BLAISI, N.I.; ABDEL-MAGID, H.I. Adsorption behaviour of green coffee residues for decolourization of hazardous congo red and eriochrome black T dyes from aqueous solutions. **International Journal of Environmental Analytical Chemistry**, p.1-17. 2020.

MIRANDA, E.H.N. Cinzas da casca do café como material cimentício suplementar. 2021. 46p. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biomateriais. Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, 2021.

MONCADA, L.J.S. Predicción de propiedades ópticas en biopolímeros con base a residuos del café (Coffea) mediante espectroscopia THz, acoplado a herramientas



quimiométricas. **Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias**. Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias y Biotecnología. Universidad Nacional de Frontera. Sullana – Peru, 2022.

MUSSATTO, S. I.; MACHADO, E. M. S.; MARTINS, S.; TEIXEIRA, J. A. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 5, p. 661-672. New York, 2011.

NASCIMENTO, W.; FRANCO, C. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v.7, n.6, p.1968 – 1987. 2015.

NEVES, J.V.G. Cascas Residuais de Café Orgânico: Composição Química, Potencial Antioxidante, Fatores Antinutricionais e Aplicação Tecnológica. 2016. 93p. **Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga- BA, 2016.

OLIVEIRA, E.C.S.; LUZ, J.M.R.; CASTRO, M.G.; FILGUEIRAS, P.R.; GUARÇONI, R.C.; CASTRO, E.V.R.; SILVA, M.C.S; PEREIRA, L.L. Chemical and Sensory discrimination of coffee: Impacts of the planting altitude and fermentation. **Research Square**, v.1. 2021.

OLIVEIRA, V.S.; NETO, A.C.C.; SOUZA, F.H.; BOHRY, L.; SOUZA, J. C.; PLOTTEGHER, R. T.; PINHEIRO, A. P. B.; BERILLI, S. S.; BERILLI, A.P.C.G.; SCHMILDT, E.R. Utilização de palha de café como substrato alternativo para produção de mudas de mamoeiro. **Revista Ifes Ciência**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 180-188, 2019.

PEISINO, F.M.; PEREIRA, L.L.; CARDOSO, W.S.; CATEN, C.S.; COSTA, R.G.; BUSATO, T.; PIMENTA, L.H.B.; BRIOSCHI, D.; VENTURIN, B. Caracterização e Avaliação de pH Acidez Titulável e Extrato Aquoso de Cafés Finos por Estratos de Altitude. *In*: IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais**. Curitiba-PR, 2015.

PEREIRA, L. L.; GUARÇONI, R.C.; MOREIRA, T.R.; SOUZA, L.H.B.P; CARDOSO, W.S.; MORELI, A.P; SILVA, S.F.; TEN CATEN, C.S. Very beyond subjectivity: The limit of accuracy of Q-Graders. **Journal of texture studies**, v.50, n.2, p.172-184, 2019.

PESSOA, R.S.; SILVA, C.A.; MORETTI, B.S.; FURTINI NETO, A.E.; INDA, A.V.; CURI, N. Solubilization of potassium from alternativa rocks by humic and citric acids and coffee husk. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 6, p. 553–564, 2015.

PHROMMARAT, B. Life cycle assessment of ground coffee and comparison of different brewing methods: A case study of organic arabica coffee in Northern Thailand. **The Environment and Natural Resources Journal**, v. 17, n. 2, p. 96-108, 2019.

PUERTA, G. I. Cinética química de la fermentación del mucílago de café a

temperatura ambiente. **Cenicafé** v. 64, n.1, p.42-59. 2015.

QUAST, L. B.; AQUINO, A. D. oxidação dos lipídios em café arábica (*Coffea arabica* L.) e café robusta (*Coffea canephora* P.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.22, n.2, p.325-336. Curitiba, 2004.

RÊGO, A.P.B.; CUNHA, J.R.B.; SANTOS, R.S.; ASSIS, F.G.V.; LEAL, P.L. Produção de enzimas CMCase e pectinase por processo fermentativo utilizando casca de café suplementada com manipueira como substrato. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.8, n.1, p.104-121. 2019.

SÁ, M.A.; GONÇALVES, E.B.; SOUZA, V.A.B.; LAPOLLI, É. Mafra. Produtores orgânicos e a sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v 9, n. 2, p. 84-97, 2014.

SABOGAL-OTÁLORA, A.M.; PALOMO-HERNÁNDEZ, L.F.; PIÑEROS-CASTRO, Y. Sugar production from husk coffee using combined pretreatments. **Chemical Engineering and Processing – Process Intensification**, v.176. 2022.

SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, A. G. Botany and Production of Coffee. *In*: R. F. SCHWAN, N. S. FLEET, G. H. **Cocoa and Coffee Fermentations - Fermented Foods and Beverages Series**. CRC Press, 1st Edition, p. 341-366. Boca Raton, FL. 2014.

SÁNCHEZ-MOLINA, J.; CORPAS-IGLESIAS, F.; ÁLVAREZ-ROXO, D. Aplicaciones de los Nutrientes Tecnológicos en la Industria Cerámica del Area Metropolitana de Cúcuta. **Ecoe Ediciones Ltda. Bogotá**, 2018.

SANZ-URIBE, J. R; YUSIANTO; MENON, S. N; PEÑEULA, A; OLIVEROS, C; HUSSON, J; BRANDO, C; RODRIGUEZ, A. Postharvest Processing - Revealing the Green Bean. *In*: FOLMER, B. **The Craft and Science of Coffee**. Academic Press. 556 p. p. 51-79. 2017.

SILVA C.F.; BATISTAM, L.R.; ABREU, L.M.; DIAS, E.S.; SCHWAN, R.F. Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. **Food Microbiology**. v 25, p 951–957, 2008.

SILVA, I., LIMA, R., RUZENE, D., SILVA, D. Resíduos agroindustriais como biomassa alternativa para geração de energia distribuída em comunidades rurais. *In*: **Energias alternativas: tecnologias sustentáveis para o nordeste brasileiro**. Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual, p.189 – 211. Aracajú-SE, 2019.

SILVA, O.M.C.; HERNANDÉZ, M.M.; ARAUJO,G.C.R.; CUNHA, F.L.; EVANGELISTA, D.V.P.; LELES, P.S.S.; MELO, L.A. Potencial uso da casca de café como constituinte de substrato para produção de mudas de espécies florestais. **Ciência Florestal**, v.30, n.4, p.1161– 1175. 2020.

TEIXEIRA, O.R., PASSOS, F.R., MENDES, F.Q. Qualidade físico-química e microscópica de 14 marcas comerciais de café torrado e moído. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 396 – 403. Lavras- MG, 2017.

TOLESSA, K., D'HEER, J.; DUCHATEAU, L.; BOECKX, P. Influence of growing altitude, shade and harvest period on quality and biochemical composition of Ethiopian specialty coffee. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 9, p. 2849-2857, 2017.

VIANA, L.G.; CRUZ, P.S. Reaproveitamento de Resíduos Agroindustriais. *In*: **Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, IV COBESA, Cruz das Almas – BA, 2016.

VILELA, D.M.; PEREIRA, G.V.M.; SILVA, C.F; BATISTA, L.R.; SCHAWN, R.F. Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (*Coffea arabica* L.). **Food Microbiology**, v. 27, n. 8, p. 1128-1135, 2010.

WATAWANA, M.I., JAYAWARDENA, N.; WAISUNDARA, V.Y. Enhancement of the Functional Properties of Coffee Through Fermentation by “Tea Fungus” (Kombucha). **Journal of Food Processing and Preservation**, v.39, n.6, p.2596–2603.2015.

WILLIAMSON, K.; HATZAKIS, E. Evaluating the effect of roasting on coffee lipids using a hybrid targeted-untargeted NMR approach in combination with MRI. **Food Chemistry**, v.299, n.125039. 2019.

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E COMPOSTOS ANTINUTRICIONAIS DOS FRUTOS DO TATURUBÁ (POUTERIA MACROPHYLLA (LAM) EYMA.)**

**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES DE LOS FRUTOS DE TATURUBÁ (POUTERIA MACROPHYLLA (LAM) EYMA.)**

**NUTRITIONAL CHARACTERIZATION AND ANTINUTRITIONAL COMPOUNDS OF TATURUBÁ FRUITS (POUTERIA MACROPHYLLA (LAM) EYMA.)**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.179-195>

**Gabriela Fonsêca Leal**

Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFT, [gabriela.leal@mail.uft.edu.br](mailto:gabriela.leal@mail.uft.edu.br)

**Mariana Alencar da Macena**

Engenharia de Alimentos, UFT, [mariana.alencar@mail.uft.edu.br](mailto:mariana.alencar@mail.uft.edu.br)

**Geovana Marinho do Prado**

Engenharia de Alimentos, UFT, [geovana.marinho@mail.uft.edu.br](mailto:geovana.marinho@mail.uft.edu.br)

**Romilda Ramos da Silva**

Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFT, [romilda.rds@gmail.com](mailto:romilda.rds@gmail.com)

**Glêndara Aparecida de Souza Martins**

Professora Doutora, UFT, [glendarasouza@mail.uft.edu.br](mailto:glendarasouza@mail.uft.edu.br)

## Resumo

O bioma amazônico brasileiro possui uma vasta biodiversidade de flora, incluindo frutos endêmicos que muitas vezes são desconhecidos pela população em geral, mas amplamente consumidos pela população local. Um desses frutos é o taturubá, encontrado principalmente na Amazônia Oriental. É importante conhecer a composição nutricional e antinutricional de frutos exóticos para agregar valor, garantir a segurança alimentar dos consumidores e obter vantagens comerciais. Portanto, o objetivo deste estudo é caracterizar fisicamente, quimicamente, nutricionalmente e quanto aos antinutrientes as porções de casca + polpa e cápsula + semente do fruto do taturubá (*Pouteria Macrophylla (Lam.) Eyma.*) do distrito de Taquaruçu, cidade de Palmas, Tocantins, Brasil. Foram realizadas análises físico-químicas, incluindo potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável e sólidos solúveis totais. Para a análise da composição nutricional, foram avaliados teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, fibras, carboidratos e valor energético total. Os antinutrientes foram investigados por meio de testes qualitativos para compostos cianogênicos e taninos. A porção de casca + polpa apresentou um rendimento elevado (85,54%), sendo levemente ácida (pH 5,28, acidez titulável 1,79%), com baixa umidade (59,90%) e baixo valor energético total (137,59 Kcal). Já a fração de cápsula + semente se destacou pelo alto teor de fibras (14,04%), cinzas (2,62%) e proteínas (8,63%). Em relação aos antinutrientes, foram identificados compostos cianogênicos na fração de cápsula + semente, enquanto a casca + polpa apresentou a presença de taninos. Assim, o fruto do taturubá demonstrou ser uma fonte de nutrientes para consumo in natura e para a formulação de novos produtos alimentícios. No entanto, é necessário aplicar tratamentos térmicos para neutralizar os compostos antinutricionais presentes.

**Palavras-chave:** taturubá; Amazônia; composição nutricional; antinutrientes.

## Resumen

El bioma amazónico brasileño es rico en biodiversidad de flora, con la presencia de frutos endémicos que a menudo son desconocidos por la población en general, pero ampliamente consumidos por la población local. Uno de estos frutos es el taturubá, que se encuentra principalmente en la Amazonia Oriental. Es importante conocer la composición nutricional y antinutricional de frutos exóticos para agregar valor, garantizar la seguridad alimentaria de los consumidores y obtener ventajas comerciales. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es caracterizar física, química, nutricional y antinutricionalmente las porciones de cáscara + pulpa y cápsula + semilla del fruto del taturubá (*Pouteria Macrophylla (Lam.) Eyma*) del distrito de Taquaruçu, ciudad de Palmas, Tocantins, Brasil. Se realizaron análisis físico-químicos, incluyendo el potencial de hidrógeno (pH), la acidez total titulable y los sólidos solubles totales. Para el análisis de la composición nutricional, se evaluaron los contenidos de humedad, cenizas, lípidos, proteínas, fibras, carbohidratos y valor energético total. Los antinutrientes se investigaron mediante pruebas cualitativas para compuestos cianogénicos y taninos. La porción de cáscara + pulpa mostró un rendimiento elevado (85,54%), siendo ligeramente ácida (pH 5,28, acidez titulable 1,79%), con baja humedad (59,90%) y bajo valor energético total (137,59 Kcal). Por su parte, la fracción de cápsula + semilla se destacó por su alto contenido de fibras (14,04%), cenizas (2,62%) y

proteínas (8,63%). En cuanto a los antinutrientes, se identificaron compuestos cianogénicos en la fracción de cápsula + semilla, mientras que la cáscara + pulpa mostró la presencia de taninos. Por lo tanto, el fruto del taturubá demostró ser una fuente de nutrientes para consumo en estado natural y para la formulación de nuevos productos alimenticios. Sin embargo, es necesario aplicar tratamientos térmicos para neutralizar los compuestos antinutricionales presentes.

**Palabras clave:** taturubá; amazonia; composición nutricional; antinutrientes.

## Abstract

The Brazilian Amazon biome is rich in floral biodiversity, with the presence of endemic fruits that are often unknown to the general population but widely consumed by the local population. One of these fruits is taturubá, mainly found in Eastern Amazon. Understanding the nutritional and antinutritional composition of exotic fruits is important for value addition, consumer food safety, and commercial value. Thus, the objective of this study is the physical, chemical, nutritional, and antinutrient characterization of the peel + pulp and capsule + seed portions of taturubá fruit (*Pouteria Macrophylla* (Lam.) Eyma.) from the district of Taquaruçu, city of Palmas, Tocantins, Brazil. Physical-chemical analyses were conducted, including pH, total titratable acidity, and total soluble solids. Nutritional composition was determined by analyzing moisture, ash, lipids, proteins, fibers, carbohydrates, and total energy value. Qualitative tests were performed to identify cyanogenic compounds and tannins as antinutrients. The peel + pulp portion showed high yield (85.54%), being slightly acidic (pH 5.28, titratable acidity 1.79%), with low moisture content (59.90%), and low total energy value (137.59 Kcal). The capsule + seed fraction stood out for its high fiber content (14.04%), ash content (2.62%), and protein content (8.63%). Cyanogenic compounds were found in the capsule + seed fraction, while tannins were present in the peel + pulp. Therefore, taturubá fruit has demonstrated to be a nutrient source for both fresh consumption and the formulation of new food products. However, it is necessary to apply heat treatments to neutralize the antinutritional compounds present.

**Keywords:** taturubá; Amazon; nutritional composition; antinutrients.

## Introdução

A Amazônia é catalogada como a maior floresta tropical do mundo, com uma biodiversidade rica em frutas exóticas nativas, sendo muitas delas inexploradas ou subaproveitadas pela população e comunidades acadêmica (DE ABREU FIGUEIREDO *et al.*, 2020; GORDON, 2011). Os frutos desse bioma demonstram grande potencial para a sua utilização, tanto para o consumo em sua forma fresca como para aplicação industrial no desenvolvimento de novos produtos alimentícios (SOUZA *et al.*, 2018, 2020).

O taturubá (*Pouteria macrophylla* (Lam) Eyma), é um exemplo de uma espécie de frutos endêmicos do bioma amazônico com um alto potencial de utilização.

Conhecido por nomes como cutite, abiu-cutite, jarana, abiurana ou sapotilla (CRUZ, 2017), o fruto é parte da família Sapotaceae e ao gênero *Pouteria Alblet*, que possui cerca de 300 espécies de frutíferas (CASTRO *et al.*, 2014a; CRUZ, 2017; DA SILVA *et al.*, 2012; SWENSON; ANDERBERG, 2005).

O período de frutificação foi identificado de outubro a fevereiro, os taturubazeiros podem alcançar até 25 metros de comprimento. A polpa é amarelada e podem ser encontras até quatro sementes por fruto. A polpa apresenta teores elevados de sólidos solúveis, indicando a doçura atraente para consumo in natura e fins industriais, demonstrou também altos teores de carboidratos (CASTRO *et al.*, 2014a; CHAVES *et al.*, 2015).

Apesar de boas características nutricionais, existem poucos estudos sobre a composição nutricional do taturubá e nenhum estudo realizado com os frutos encontrados no estado do Tocantins, região Norte do Brasil. Dessa forma, o objetivo deste estudo é caracterizar fisicamente, quimicamente, nutricionalmente e quanto aos antinutrientes as porções de casca + polpa e cápsula + semente do fruto do taturubá (*Pouteria Macrophylla (Lam.) Eyma.*) do distrito de Taquaruçu, cidade de Palmas, Tocantins.

## Referencial teórico

A Amazônia, um habitat rico em diversidade, abriga várias famílias de plantas frutíferas notáveis, incluindo a Sapotaceae. A Sapotaceae é uma família que engloba plantas com flores e faz parte da ordem Ericales, compreendendo cerca de 1250 espécies de arbustos e árvores. Essas espécies estão distribuídas por 53 gêneros e são encontradas em florestas de clima úmido e de baixa altitude. Elas ocorrem principalmente em regiões tropicais e subtropicais nos continentes asiático e americano. No Brasil são encontrados 13 gêneros, com 245 espécies e subespécies, sendo 106 espécies endêmicas. O bioma amazônico possui a maior diversidade da família no território brasileiro com 174 espécies (PANTOJA *et al.*, 2023; SERRANO *et al.*, 2021; SOUZA; OLIVEIRA; CARNEIRO, 2021; SWENSON *et al.*, 2020).

Dentre os gêneros encontrados na Amazônia, temos o *Pouteria Alblet*, em que se encontram cerca de 300 espécies produtoras de frutos. A *Pouteria Macrophylla (Lam.) Eyma* uma das espécies desse gênero, é encontrada nos estados brasileiros

do Acre, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará e Tocantins (CRUZ, 2017; VASCONCELOS *et al.*, 2020).

Entre os estados o fruto recebe diversos nomes como taturubá, cutite, jarana, abiu- cutite, banana-do-mato, sapotilla entre outros. Encontradas mais em quintais residenciais, as árvores podem atingir até 20 metros de comprimento com a copa densa e frutos de até 6 cm de diâmetro, com a frutificação ocorrendo de outubro a fevereiro. O consumo dos frutos ocorre de forma in natura ou na fabricação de doces e sorvetes, sendo a casca usada para tratar diarreia (BRATHWAITE *et al.*, 2022; CRUZ, 2017; DA SILVA *et al.*, 2012; GORDON *et al.*, 2011).

Apesar de grande importância das espécies frutíferas amazônicas para as populações locais, muitas espécies como o taturubá tem sido pouco explorados pela comunidade científica com estudos sobre a sua composição nutricional, química, física e segurança contra possíveis compostos tóxicos presentes (COSTA *et al.*, 2018; DA SILVA *et al.*, 2012; PANTOJA *et al.*, 2023).

Somente dois estudos abordam as características físico-químicas e nutricionais do taturubá. O estudo realizado por Chaves *et al.*, (2015) utilizou para suas análises frutos do estado do Piauí, onde observaram que a polpa dos frutos apresentou característica ácida (pH 4,98, acidez total titulável 9,04%), teor elevado de sólidos solúveis totais (32,93 °Brix), umidade baixa (50,20%), alta concentração de carboidratos (44,98%) e cinzas (1,98%), e baixo teor de proteínas (0,98%) e lipídeos (1,86%). Já o estudo realizado Castro *et al.*, (2014) usaram frutos colhidos no estado de Pernambuco, a polpa demonstrou característica ácida (pH 4,57) porém com um teor de acidez total baixa (0,85%). O teor de sólidos solúveis foi baixo (15 °Brix) o que também ocorreu com o teor de água (29,24), já a presença das cinzas não foi tão significativa (1,03%).

Analisando de forma comparativa os dois estudos, observa-se que os frutos colhidos em diferentes estados apresentam características distintas, o que pode ser influenciado pelo clima da região, o solo, o período e volume de chuva, maior incidência de luz solar e outros fatores. Desse modo, faz-se necessário estudos que caracterizem frutos de mesma espécie que são produzidos em estados diferentes para analisar sua composição e assim determinar as aplicações possíveis com os



mesmos. Vale ressaltar que não foi encontrado na literatura estudos com o taturubá produzido no estado do Tocantins.

## Metodologia

### Delineamento experimental

Para a realização do experimento foi aplicado um delineamento inteiramente casualizado simples cujos os tratamentos serão as duas porções do fruto (Casca + Polpa e Cápsula + Semente) como 3 repetições.

### Obtenção da matéria-prima

Os frutos foram obtidos no distrito de Taquaruçu, Palmas, Tocantins localizado na Amazônia legal, região norte do Brasil, e selecionadas de acordo com o estado de maturação e conservação, serão encaminhados para o Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos na Universidade Federal do Tocantins. Os frutos serão selecionados conforme o estágio de maturação, higienizados com água clorada a 100 ppm por 15 min e despulpados manualmente e armazenados em sacos plásticos em freezer a -18 °C.

### Caracterização biométrica

A caracterização biométrica do taturubá foi realizada em frutos frescos selecionados aleatoriamente. Os parâmetros biométricos selecionados foram os diâmetros longitudinais e transversais (cm), medidos com paquímetro e as massas pesadas (g) de casca + polpa e cápsula + semente de todos os frutos foram obtidas utilizando balança analítica.

### Rendimento

O rendimento da porção casca + polpa e cápsula + semente do taturubá foi calculado, conforme equação 1.

$$\text{Rendimento (\%)}: \frac{\text{Peso da porção}}{\text{Peso do fruto inteiro}} \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

### **Caracterização dos frutos Composição centesimal**

Quanto a caracterização físico-química foram analisados o teor de umidade, por secagem direta em estufa a 70°C. O teor de cinzas, por incineração em mufla a 550°C. O teor de fibra bruta, determinada a partir da amostra seca e desengordurada seguida da digestão com solução ácida e alcalina sob aquecimento. O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, considerando 6,25 como fator de conversão para o cálculo de proteína bruta. Os lipídeos totais foram determinados pelo método de extração a quente de Soxhlet utilizando como solvente o hexano. O teor de carboidratos foi obtido pela diferença de 100 das porcentagens de fibras, proteínas, umidade, cinzas e lipídeos. As análises de composição centesimal foram realizadas de acordo com a metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemists (2012). Os resultados foram expressos em unidade de medida (g/100g).

### **Valor energético total**

O valor energético foi calculado multiplicando-se o teor de carboidratos e proteínas por 4 kcal/g e o de lipídios por 9 kcal/g conforme proposto pela Resolução - RDC Nº 360, de 23 de dezembro de 2003, encontrando desse modo, as kcal presentes em uma porção de 100 gramas de semente de baru.

### **Potencial hidrogeniônico (pH)**

O pH foi determinado com o auxílio de um potenciômetro digital (AOAC, 2012).

### **Acidez total titulável**

A acidez titulável total foi realizada por meio de titulação, com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a concentração de 0,1M e expresso em g. 100g<sup>-1</sup> de ácido predominante dos frutos (AOAC, 2012).

### **Teor de sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis foi determinado pela leitura da amostra em refratômetro digital, com resultados expressos em °Brix segundo AOAC (2012).

## Compostos antinutricionais Taninos

Para a determinação qualitativa de taninos foram pesadas 10g de amostra e dissolvidos em 1ml de etanol, em seguida, foram adicionados 2 ml de água destilada seguida de 4 gotas de solução aquosa de cloreto férrico 10% p/v. A formação de cor azul (taninos flobafenos) e verde (pirigalatos de taninos) indica a presença de fenóis.

## Compostos Cianogênicos

A presença de ácido cianídrico foi avaliada utilizando o teste de Guignard, técnica qualitativa que consiste na confirmação de presença ou não de cianetos em extratos tóxicos. Para a comparação da presença de cianogênicos foi utilizada a semente de ameixa, já que a mesma apresenta glicosídeos cianogênicos precursores do ácido cianídrico (ARAÚJO, 2011).

## Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta o resultado de características biométricas e rendimento dos frutos do taturubá.

**Tabela 1:** Caracterização biométrica e rendimento dos frutos do Taturubá (*Pouteria macrophylla* (Lam) Eyma).

Análise	Fruto inteiro	Casca + Polpa	Cápsula + Semente
Diâmetro (cm)	3,38 ± 0,16	-	-
Massa (g)	22,08 ± 2,29	18,92 ± 2,63	2,63 ± 1,02
Rendimento (%)	100	85,54± 5,77	12,10 ± 5,07

Os resultados são expressos em média ± desvio padrão.

Fonte: própria (2023).

Os frutos inteiros apresentaram diâmetro médio de 3,38 ± 0,16 cm podendo ser classificados como frutos de formato ovoide. Melo *et al.*, (2017) descrevem em seu estudo que frutos de maiores dimensões possuem maior apelo comercial, pois tende a chamar mais a atenção do consumidor em feiras e mercados. A massa do fruto inteiro foi de 22,08 ± 2,29 g, a cápsula + semente obteve massa de 2,63 ± 1,02 g e a fração casca + polpa apresentou massa de 18,92 ± 2,63 g (Tabela 1). Quanto ao rendimento a fração casca + polpa apresentou 85,54± 5,77 %, esse teor é um parâmetro considerado pela indústria alimentícia quando a finalidade é a industrialização. Pois frutos com rendimento da fração comestível mais elevado são

mais atrativos para serem aplicados em novas formulações de produtos para inserção no mercado (CARVALHO; MÜLLER, 2005).

A tabela 2 apresenta os resultados obtidos para a caracterização biométrica, físico-química e composição centesimal das porções da casca + polpa e cápsula + semente do taturubá.

**Tabela 2:** Caracterização físico-química e composição centesimal das porções de casca + polpa e semente + cápsula do taturubá (*Pouteria macrophylla* (Lam) Eyma).

<b>Análise</b>	<b>Casca + Polpa</b>	<b>Cápsula + Semente</b>
<b>pH</b>	5,28 ± 0,14	6,82 ± 0,02
<b>Acidez total titulável (%)</b>	1,79 ± 0,08	0,74 ± 0,07
<b>Sólidos Solúveis (°Brix)</b>	40 ± 0,01	NA*
<b>Umidade (%)</b>	59,90 ± 0,82	44,67 ± 1,03
<b>Cinzas (%)</b>	1,53 ± 0,07	2,62 ± 0,03
<b>Lipídeos (%)</b>	0,99 ± 0,01	1,69 ± 0,05
<b>Proteína (%)</b>	5,03 ± 0,19	8,63 ± 0,25
<b>Fibra bruta (%)</b>	5,41 ± 0,20	14,04 ± 0,55
<b>Carboidrato (%)</b>	27,14	28,35
<b>Valor energético Total (Kcal)</b>	137,59	163,13

Resultados expressos em média ± desvio padrão. \* NA - Não avaliado.

Fonte: própria (2023).

Os resultados de pH e acidez total titulável das porções analisadas demonstram leve acidez. De acordo com Oliveira *et al.*, (2019), para consumo in natura os consumidores tendem a escolher frutos menos ácidos, assim corroborando o consumo do taturubá em sua forma natural. Entretanto, para a produção industrial será necessário adicionar junto as formulações ácidos orgânicos comestíveis a fim de aprimorar a qualidade do produto. Esse passo é necessário porque os ácidos orgânicos possuem um papel influente nas características de sabor, cor, aroma, qualidade e também na estabilidade físico-química e microbiológica dos alimentos (SILVA *et al.*, 2022).

O teor de sólidos solúveis da fração casca + polpa mostrou-se alto, isso pode indicar que os frutos foram colhidos maduros. O teor elevado chama atenção pois, os sólidos solúveis presentes em polpa de frutos são compostos por um conjunto de substâncias como vitaminas, ácidos orgânicos e açúcares que são fundamentais para aceitação dos consumidores (DE SOUZA *et al.*, 2018; SCHIASSI *et al.*, 2018).

Para umidade, a fração casca + polpa apresentou 59,90 ± 0,82 % enquanto a fração cápsula + semente demonstrou 44,67 ± 1,03 %. Embora esses valores possam ser considerados baixos em comparação com outras frutas, eles indicam a

necessidade de cuidados no manejo, armazenamento e transporte, a fim de evitar perdas e garantir a qualidade dos frutos. A umidade elevada está associada a processos microbiológicos, físicos, químicos e enzimáticos, tornando-se uma etapa fundamental para garantir os parâmetros de qualidade dos alimentos. As perdas pós-colheita têm impacto socioeconômico, mas também podem representar uma questão de saúde pública, dependendo do agente causador de deterioração (ALEGBELEYE *et al.*, 2022; ZHAO *et al.*, 2022).

Segundo a Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO) o teor de micronutrientes que os alimentos devem conter é de 0,4% (ANVISA, 2011), nas porções analisadas os teores encontrados são muito superiores, sendo  $1,53 \pm 0,07$  % para a casca + polpa e  $2,62 \pm 0,03$  % para a cápsula + semente. O consumo de micronutrientes é essencial para a manutenção do organismo humano, pois são necessários em diversos processos desenvolvidos pelo organismo humano (BIELIK; KOLISEK, 2021; MARRÓN-PONCE *et al.*, 2023; RANI; VIRGINIA; SANA, 2022). Assim, o taturubá em suas duas porções pode ser aplicado para o enriquecimento nutricional da dieta ou fazendo parte de novas formulações.

O teor de lipídeos quantificado nas porções casca + polpa e cápsula + semente ( $0,99 \pm 0,01$  e  $1,69 \pm 0,05$ % respectivamente) é baixo. A resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 da ANVISA preconiza que cada grama de lipídeo ingerida contém 9 Kcal, dessa forma as porções podem ser identificadas com baixo conteúdo calórico, sendo uma boa opção para a ingestão in natura ou aplicação em formulação com menor teor de gorduras.

A fração cápsula + semente se destacou quanto ao teor de proteínas ( $8,63 \pm 0,25$  %) e fibras ( $14,04 \pm 0,55$  %). O estudo desenvolvido por Struijk *et al.*, (2022) sobre a ingestão proteica e os risco de fragilidade em mulheres idosas, demonstrou que a ingestão de proteína vegetal está associada a uma redução da fragilidade dessas mulheres. Estudos desenvolvidos também apontam que uma dieta rica em proteínas diminui os riscos de fragilidade óssea e melhora as funções cognitivas (GROENENDIJK *et al.*, 2019; LI *et al.*, 2020). Uma dieta rica em fibras promove benefícios associados a diminuição de doenças como obesidade, cardiopatias e melhora a saúde intestinal (IONIȚĂ-MÎNDRICAN *et al.*, 2022). Dessa maneira, é

evidenciado que a elaboração de novos produtos com a cápsula + semente de taturubá terá um enriquecimento de proteínas e fibras.

Quanto aos carboidratos, as duas porções se destacaram com 27,14% para a casca + polpa e 28,35% para a cápsula + semente. Segundo a RDC nº429 de 08 de outubro de 2020 ANVISA (BRASIL, 2020), um alimento que possua em sua composição 5g de carboidratos/ 100g de alimento é considerado com um baixo teor, assim as porções do taturubá bom sem classificadas como fonte de carboidratos.

Para o valor energético total, por sua vez, apresentou-se baixo, esse fato está relacionado ao baixo conteúdo lipídico encontrado nas porções do fruto. Assim, o fruto se destaca para a sua utilização em dietas que busquem por um aporte calórico reduzido mas com boas quantidades de fibras e proteínas.

A Figura 1 apresenta o resultado do Teste de Guignard para presença de compostos cianogênicos, em sementes in natura de ameixa e nas porções de casca + polpa e semente + cápsula de taturubá.

**Figura 1:** Teste de Guignard em sementes in natura de ameixa, casca + polpa e semente + cápsula de taturubá (*Pouteria macrophylla* (Lam) Eyma).



Fonte: própria (2023).

Através do teste qualitativo realizado com as porções, somente a fração cápsula + semente obteve resultado positivo para compostos cianogênicos. Quando ocorre uma injúria física ou trituração do tecido vegetal, através de reações enzimáticas os compostos cianogênicos são convertidos em ácido cianídrico ou cianeto que podem levar a intoxicação se consumidos. Para a neutralização desse

composto tóxico a aplicação de tratamentos térmicos é indicada para uma maior segurança (ABREU, 2015; VEER; PAWAR; KAMBALE, 2021).

A Figura 2 apresenta o resultado da avaliação do teor de taninos nas porções de casca + polpa e semente + cápsula de taturubá (*Pouteria macrophylla* (Lam) Eyma).

**Figura 2:** Teste de presença de taninos na casca + polpa e semente + cápsula de taturubá (*Pouteria macrophylla* (Lam) Eyma).



Fonte: própria (2023).

Com base na análise qualitativa realizada, a fração casca + polpa desenvolveu a coloração esverdeada indicativa da presença de taninos. Os taninos são classificados junto ao grupo dos compostos fenólicos, principais metabólitos secundários das plantas. Suas funções incluem a defesa da planta a estresses extrínsecos como insetos, calor, raios ultravioleta, porém podem conferir ao alimento sabor em alguns casos. Para a neutralizar os efeitos não desejáveis desse composto, a aplicação do tratamento térmico é recomendada, uma vez que os taninos são sensíveis ao calor. Dessa forma, indica-se a aplicação da cocção, secagem ou pasteurização na casca + polpa antes do consumo (DAS *et al.*, 2020; XIE *et al.*, 2023).

## Conclusões

Portanto, as frações apresentaram característica levemente ácida e a porção casca + polpa demonstrou um alto teor de sólidos solúveis. Para a composição nutricional, a combinação de casca e polpa mostrou um rendimento satisfatório, com teores adequados de carboidratos e baixo valor energético total. Por outro lado, a fração composta por cápsula e semente apresentou um alto teor de proteínas, fibras

e cinzas, tornando-se uma opção promissora para o enriquecimento de novos produtos. É importante ressaltar que a presença de compostos cianogênicos foi observada na fração de cápsula e semente, enquanto a casca e polpa apresentaram a presença de taninos, demonstrando a necessidade de aplicação de tratamentos térmicos para garantir a segurança alimentar.

## Referências

- ABREU, P. A. de A. **Caracterização dos fatores nutricionais e antinutricionais de sementes de frutos do cerrado**. 2015. - Universidade Federal de Goiás, [s. l.], 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5277>.
- ALEGBELEYE, O.; ODEYEMI, O. A.; STRATEVA, M.; STRATEV, D.; ZHAO, P.; NDAYAMBAJE, J. P.; LIU, X.; XIA, X. Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals. **Food Reviews International**, v. 38, n. S1, p. 100122, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1858859>.
- BIELIK, V.; KOLISEK, M. Bioaccessibility and Bioavailability of Minerals in Relation to a Healthy Gut Microbiome. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 13, p. 6803, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms22136803>.
- BRATHWAITE, A. C. N.; ALENCAR-SILVA, T.; CARVALHO, L. A. C.; BRANQUINHO, M. S. F.; FERREIRA-NUNES, R.; CUNHA-FILHO, M.; GELFUSO, G. M.; MARIA-ENGLER, S. S.; CARVALHO, J. L.; SILVA, J. K. R.; GRATIERI, T. Pouteria macrophylla Fruit Extract Microemulsion for Cutaneous Depigmentation: Evaluation Using a 3D Pigmented Skin Model. **Molecules**, v. 27, n. 18, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules27185982>
- CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. Biometria e Rendimento Percentual de Polpa de Frutas Nativas da Amazônia. **Comunicado Técnico 139-EMBRAPA**, p. 1–3, 2005. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/404792/1/com.tec.139.pdf>
- CASTRO, D. S. de; NUNER, J. S.; SILVA, L. M. de M.; SOUSA, E. P. de; SILVA, J. V. da. Avaliação das Características Físicas e Físico-Química de Polpa de Taturubá (Pouteria Macrophylla (Lam.) Eyma.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, n. 2, p. 125–128, 2014 a. Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br>
- CASTRO, D. S. de; NUNES, J. S.; SILVA, L. M. de M.; SOUSA, E. P. de; SILVA, J. V. da. Avaliação das Características Físicas e Físico-Química de Polpa de Taturubá (Pouteria Macrophylla (Lam.) Eyma.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 125–128, 2014 b.
- CHAVES, E. M. F.; SILVA, J. N.; LIMA, A.; ALBUQUERQUE, U. P.; BARROS, R. F. M.



Potential of wild food plants from the semi-arid region of Northeast Brasil: Chemical approach ethnoguided. **Espacios**, v. 36, n. 16, p. 1, 2015.

COSTA, D. L. da; GAMA, J. R. V.; SANTOS, M. F. dos; RIBEIRO, R. B. da S.; MELO, L. O.; FLORES, O. M. M. das; SILVA, H. K. M. da; CRUZ, G. D. S. ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma NA RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS-ARAPIUNS. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 381, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18542/ragros.v9i2.4995>

CRUZ, E. D. Germinação de sementes de espécies amazônicas: cutite [*Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma]. **Embrapa Comunicado Técnico**, p. 4, 2017.

DA SILVA, B. A.; GORDON, A.; JUNGFER, E.; MARX, F.; MAIA, J. G. S. Antioxidant capacity and phenolics of *Pouteria macrophylla*, an under-utilized fruit from Brazilian Amazon. **European Food Research and Technology**, v. 234, n. 5, p. 761–768, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1684-0>.

DAS, A. K.; ISLAM, M. N.; FARUK, M. O.; ASHADUZZAMAN, M.; DUNGANI, R. Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. **South African Journal of Botany**, v. 135, p. 58–70, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>.

DE ABREU FIGUEIREDO, J. *et al.* Encapsulation of camu-camu extracts using prebiotic biopolymers: Controlled release of bioactive compounds and effect on their physicochemical and thermal properties. **Food Research International**, v. 137, n. April, p. 109563, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109563>.

DE SOUZA, R. S.; SILVA, S. S. e; LOSS, R. A.; SOUZA, R. D. S.; GUEDES, S. F. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRUTO ARAÇÁ-BOI (*Eugenia stipitata* MacVaugh) CULTIVADO NA MESORREGIÃO DO SUDOESTE MATO-GROSSENSE. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 10, n. 3, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v10i3a2018.1948>.

GORDON, A. Bioactive Compounds in Underutilized Tropical Fruits from Latin America. 2011.

GORDON, A.; JUNGFER, E.; DA SILVA, B. A.; MAIA, J. G. S.; MARX, F. Phenolic constituents and antioxidant capacity of four underutilized fruits from the amazon region. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 14, p. 7688–7699, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf201039r>.

GROENENDIJK, I.; DEN BOEFT, L.; VAN LOON, L. J. C.; DE GROOT, L. C. P. G. M. High Versus low Dietary Protein Intake and Bone Health in Older Adults: a Systematic Review and Meta-Analysis. **Computational and Structural Biotechnology Journal**, v. 17, p. 1101–1112, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2019.07.005>.

IONIȚĂ-MÎNDRICAN, C.-B.; ZIANI, K.; MITITELU, M.; OPREA, E.; NEACȘU, S. M.; MOROȘAN, E.; DUMITRESCU, D.-E.; ROȘCA, A. C.; DRĂGĂNESCU, D.; NEGREI, C. Therapeutic Benefits and Dietary Restrictions of Fiber Intake: A State of the Art Review.

**Nutrients**, v. 14, n. 13, p. 2641, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.3390/nu14132641>.

LI, Y.; LI, S.; WANG, W.; ZHANG, D. Association between Dietary Protein Intake and Cognitive Function in Adults Aged 60 Years and Older. **The journal of nutrition, health & aging**, v. 24, n. 2, p. 223–229, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s12603-020-1317-4>.

MARRÓN-PONCE, J. A.; SÁNCHEZ-PIMIENTA, T. G.; RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, S.; BATIS, C.; CEDIEL, G. Ultra-processed foods consumption reduces dietary diversity and micronutrient intake in the Mexican population. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**,

v. 36, n. 1, p. 241–251, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jhn.13003>.

MELO, M. S.; BENETT, C. G. S.; MELO, B. S.; LOURENÇO, S. L. O.; BARBOZA, F. S. Análise Físico-Química De Frutos De Achachairu Coletados Em Diferentes Partes Da Planta. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 5, p. 17–21, 2017. Disponível em:

<https://doi.org/10.32404/rean.v4i5.2189>.

OLIVEIRA, V. F.; SILVA, F. G.; RESENDE, E. C.; PEREIRA, P. S.; DE L E SILVA, F. H.; EGEEA, M. B. Physicochemical characterization of ‘Cerrado’ cashew ( *Anacardium othonianum* Rizzini) fruits and pseudofruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 14, p. 6199–6208, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1002/jsfa.9892>.

PANTOJA, R. K.; ALBUQUERQUE, C. F. B.; DO NASCIMENTO, R. A.; DE FARIA, L. J. G.; MAIA, J. G. S.; SETZER, W. N.; GRATIERI, T.; DA SILVA, J. K. R. Stability and Antioxidant Activity of *Pouteria macrophylla* Fruit Extract, a Natural Source of Gallic Acid. **Molecules**, v. 28, n. 8, p. 1–11, 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.3390/molecules28083477>.

RANI, D. A.; VIRGINIA, P.; SANA, A. Fortified Food Consumption and Awareness in Indian Market. **International Journal of Research in Engineering and Science**, v. 10, n. 5, p. 1–3, 2022.

SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R. de; LAGO, A. M. T.; CAMPOS, L. G.; QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, p. 305– 311, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.104>

SERRANO, J. *et al.* Andean orogeny and the diversification of lowland neotropical rain forest trees: A case study in Sapotaceae. **Global and Planetary Change**, v. 201, n.

March, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103481>.

SILVA, E. P. da; SANTOS, L. S. dos; RAPOSO, L. E. P.; SODRÉ, H. P.; BATISTA, M. O. Controle de qualidade de polpas industrializadas e artesanais de caju. **Conjecturas**, v. 22, n. 11, p. 29–43, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.53660/CONJ-1334-W11>.

SOUZA, A. G. De; FASSINA, A. C.; ROSANGELA, F.; SARAIVA, D. S. COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM FRUTAS NATIVAS DO BRASIL Bioactive compounds and antioxidant activity in native fruits from Brazil . *Growing*. v. 30, n. 1, p. 73–78, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21757/0103-3816.2018v30n1p73-78>.

SOUZA, M. A. C. S. S. de; OLIVEIRA, P. P.; CARNEIRO, C. E. Morfologia polínica de espécies de *Chrysophyllum* L. (Sapotaceae) do Estado da Bahia, Brasil. **Paubrasilia**, v. 4, p. e0066, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33447/paubrasilia.2021.e0066>.

SOUZA, V. R. de; ANICETO, A.; ABREU, J. P.; MONTENEGRO, J.; BOQUIMPANI, B.; JESUZ, V. A. de; CAMPOS, M. de B. E.; MARCELLINI, P. S.; FREITAS-SILVA, O.; CADENA, R.; TEODORO, A. J. Fruit-based drink sensory, physicochemical, and antioxidant properties in the Amazon region: Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth and *verbascifolia* (L.) DC) and tapereba (*Spondia mombin*). **Food Science & Nutrition**, v. 7, n. 5, p. 2341–2347, 2020.

STRUIJK, E. A.; FUNG, T. T.; RODRÍGUEZ-ARTALEJO, F.; BISCHOFF-FERRARI, H. A.; HU, F. B.; WILLETT, W. C.; LOPEZ-GARCIA, E. Protein intake and risk of frailty among older women in the Nurses' Health Study. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 13, n. 3, p. 1752–1761, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12972>.

SWENSON, U.; ANDERBERG, A. A. Phylogeny, character evolution, and classification of Sapotaceae (Ericales). **Cladistics**, v. 21, n. 2, p. 101–130, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2005.00056.x>.

SWENSON, U.; LOWRY, P. P.; CRONHOLM, B.; NYLINDER, S. Resolving the relationships of the enigmatic Sapotaceae genera *Beauvisagea* and *Boerlagella*, and the position of *Planchonella suboppositifolia*. **Taxon**, v. 69, n. 5, p. 998–1015, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tax.12313>.

VASCONCELOS, C. C.; ADRIANZÉN, M. U.; CAMARGO, J. L. C.; TERRA-ARAUJO, M. H. *Pouteria kossmanniae* (Sapotaceae): A new species from Central Amazonia, Brazil. **Phytotaxa**, v. 447, n. 4, p. 265–275, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11646/PHYTOTAXA.447.4.4>.

VEER, S. J.; PAWAR, V. S. ; KAMBALE, R. E. Antinutritional factors in foods. **The Pharma Innovation Journal**, v. 10, n. 7, p. 01–04, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/s0263967x00031086>.

XIE, L.; MA, Z.; YANG, G.; HUANG, Y.; WEN, T.; DENG, Y.; SUN, J.; ZHENG, S.; WU, F.; HUANG, K.; SHAO, J. Study on the inhibition mechanism of eucalyptus tannins against *Microcystis aeruginosa*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 249, p. 114452, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.114452>.

ZHAO, P.; NDAYAMBAJE, J. P.; LIU, X.; XIA, X. Microbial Spoilage of Fruits: A Review on Causes and Prevention Methods. **Food Reviews International**, v. 38, n. S1, p. 225–246, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1858859>

# CAROTENÓIDES E COMPOSTOS BIOATIVOS EM POLPA DE ABÓBORA: UMA ALTERNATIVA NUTRICIONAL E ECONÔMICA PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO

## CAROTENOIDS AND BIOACTIVE COMPOUNDS IN PUMPKIN PULP: AN ALTERNATIVE NUTRITIONAL AND ECONOMIC FOR THE STATE OF PERNAMBUCO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.196-214>

**Luana Amanda Mesquita da Silva**

Bacharelado em Gastronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[luanaamanda1415@gmail.com](mailto:luanaamanda1415@gmail.com)

**Tamiris Ramos da Silva**

Bacharelado em Gastronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [thamyramos15@gmail.com](mailto:thamyramos15@gmail.com)

**Vitória Barbosa da Silva**

Pós Graduação em Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[nutri.vickbarbosa@gmail.com](mailto:nutri.vickbarbosa@gmail.com)

**José Carlos de Andrade Alves**

Química industrial, Universidade Federal de Pernambuco, [josecarlos.alves@ufrpe.br](mailto:josecarlos.alves@ufrpe.br)

**Emmanuela Prado de Paiva Azevedo**

Emmanuela Prado Paiva Azevedo, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[emmanuela.paiva@ufrpe.br](mailto:emmanuela.paiva@ufrpe.br)

## Resumo

A diversidade de espécies de Cucurbitáceas, abundantemente cultivadas e produzidas no Brasil, possuem uma composição de nutrientes essenciais, em especial o alto teor de carotenóides, que coadjuva tanto para saúde como para as indústrias alimentícias. Além disso, é uma alternativa socioeconômica para as classes que possuem baixo poder de compra e não conseguem manter uma alimentação baseada em “comida de verdade” de forma ampla. Considerando a relevância desta hortícola o objetivo desta pesquisa é investigar o teor de carotenóides em polpas de variedades de abóboras, sendo elas a *Cucurbita moschata* e *Cucurbita máxima*, visando oferecer uma alternativa de alimento popular, valorado nutricionalmente e economicamente para o estado de Pernambuco e também, analisar se há diferenças entre as variedades trabalhadas (*C. moschata* comercial- T1, *C. moschata* local- T2 e *C. maxima* local- T3) quanto ao teor de carotenóides. Para isso, foram reunidos artigos de bases de dados científicos, metodologias como a de Lichtenthaler e Buschmann (2001), uso do espectrofotômetro, ultra-som e centrifuga. Através de termos chaves elementares, incluindo alguns critérios de seleção para o desenvolvimento metodológico. As principais repercussões analisadas foram os teores de carotenóides totais, fenólicos totais e flavonóides totais que obtiveram diferentes resultados de acordo com o cultivar e em função da maturação da hortaliça, clima, método de extração e condições de verificação analítica, assim como os demais fatores que influenciam na maior produtividade do composto investigado. Ademais, a variedade T1, apresentou os melhores valores para carotenóides totais e fenólicos totais. Já o T3, apresentou os melhores resultados para flavonóides totais. Dessa forma, a capacidade bioativa das variedades de abóboras mostra-se estratégica para o desenvolvimento de inovações nas indústrias e também, combater carências alimentares e doenças degenerativas, assim como uma alternativa de alimento barato e por isso, sendo mais acessível e utilizado para alimentação da população.

**Palavras-chave:** abóboras; antioxidante; carotenóides; compostos bioativos; hipovitaminose a.

## Abstract

The diversity of Cucurbitaceae species, abundantly cultivated and produced in Brazil, has a composition of essential nutrients, in particular the high content of carotenoids, which helps both for health and for the food industries. In addition, it is a socioeconomic alternative for classes that have low purchasing power and are unable to maintain a diet based on “real food” in a broad way. Considering the relevance of this vegetable, the objective of this research is to investigate the carotenoid content in pulps of pumpkin varieties, namely *Cucurbita moschata* and *Cucurbita maxima*, aiming to offer an alternative popular food, nutritionally and economically valued for the state of Pernambuco and also , to analyze whether there are differences between the varieties worked (*C. moschata* commercial- T1, *C. moschata* local- T2 and *C. maxima* local- T3) regarding carotenoid content. For this, articles from scientific databases, methodologies such as that of Lichtenthaler and Buschmann (2001), use of spectrophotometer, ultrasound and centrifuge were gathered. Through elementary key terms, including some selection criteria for methodological development. The main repercussions analyzed were the levels of total carotenoids, total phenolics and total flavonoids, which obtained different results according to the cultivar and depending on

the maturation of the vegetable, climate, extraction method and analytical verification conditions, as well as other factors that influence the higher productivity of the investigated compost. Furthermore, the T1 variety presented the best values for total carotenoids and total phenolics. T3, on the other hand, presented the best results for total flavonoids. In this way, the bioactive capacity of pumpkin varieties proves to be strategic for the development of innovations in the industries and also, to combat food shortages and degenerative diseases, as well as an alternative of cheap food and, therefore, being more accessible and used to feed the population. population.

**Keywords:** antioxidant, bioactive compounds, carotenoid, hypovitaminosis a; pumpkin.

## Introdução

No Brasil, existe uma gama de variedades de espécies de abóboras, vegetais estes que são ricos nutricionalmente, principalmente do composto carotenóide. A associação de carotenóides com atividade precursora de vitamina A, micronutriente imprescindível para a saúde humana, é relevante, tendo em vista as deficiências nutricionais que acometem a população, como a hipovitaminose A.

Uma dieta adequada em alimentos ricos em carotenóides, auxilia no aumento da resposta imunológica, redução do risco de algumas doenças degenerativas (câncer, degeneração macular, doenças cardiovasculares, entre outras), o que justifica e a inclusão no campo de estudo em constante saber, desde o cultivo e preservação de sementes ricas neste nutriente, até a mesa do consumidor. No mais, alguns projetos governamentais que possibilitam o acesso aos alimentos como Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), pode ser uma estratégia para prevenir carências nutricionais e ainda estimular a economia de agricultores do Estado.

O presente estudo tem como objetivo investigar o teor de carotenóides totais, fenólicos totais e flavonóides totais em polpas de algumas abóboras, sendo estas: *Cucurbitaceae moschata* comercial (T1), *Cucurbitaceae moschata* local (T2) e *Cucurbitaceae maxima* local (T3), com o objetivo de oferecer uma alternativa de alimento popular, com valores nutricionais e preços acessíveis tanto para população de Pernambuco quanto para os demais estados.

Nessa perspectiva, e de acordo com uma pesquisa realizada em 2020, pela Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional, cerca de 55,2% da população brasileira sofria com a insegurança alimentar em dezembro de 2020. E ainda, o total dessa população, era de 211,7 milhões e a partir desse valor, cerca de 116,8 milhões estavam expostas a algum grau de insegurança alimentar. No

mais, de acordo com Campello et al. (2022), a fome no Brasil, possui rosto e ela é feminina, preta, com baixa escolaridade e conseqüentemente, baixa renda, tornando-as vulneráveis e com maior incidência no que tange a insegurança alimentar. Dessa forma, o incentivo do cultivo, por meio de projetos assistencialistas do governo, assim como o consumo dessas abóboras, torna-se uma das alternativas viáveis para erradicar essa problemática, já que além de serem nutritivas, possuem preço módico.

Ainda segundo Campello et al. (2022), os alimentos tradicionais brasileiros como o clássico arroz e feijão, estão agora sendo combinados com outros de baixo valor nutricional e cada vez mais, tem-se reduzido o consumo dos alimentos in natura e minimamente processados, ao passo em que aumenta o consumo de processados (P) e ultraprocessados (UP). Esse fato pode ser explicado a partir de vários fatores e um deles é a condição socioeconômica em que o indivíduo encontra-se, pois alimentos P e UP, são por vezes mais baratos, tornando-se atrativos para aquelas pessoas que não possuem condições econômicas suficientes para manter uma dieta balanceada nutricionalmente.

Com isso, o estudo pretende demonstrar que o teor de carotenóides, tal como os demais compostos bioativos, presentes em variedades de abóboras, apresentam potencialidades adequadas para fornecer uma opção acessível, valiosa nutricionalmente e que possa estimular a economia do Estado.

## Referencial teórico

A família Cucurbitaceae é nativa da América tropical e subtropical, representada principalmente pelas variedades *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima* e *Cucurbita moschata* e sua importância nutricional reside principalmente na disponibilidade de carotenóides pró- vitamina A, que pode servir como ampla fonte de vitamina A para as populações em todo o mundo (AZEVEDO- MELEIRO; RODRIGUEZ- AMAYA, 2007).

Os carotenóides, pigmentos abundante nas abóboras, são um grupo de moléculas com bastante diversidade, dentre elas: luteína, criptoxantina, zeaxantina, beta caroteno, alfa caroteno, violaxantina, astaxantina e licopeno. Para esse grupo de compostos, uma de suas características, é a atividade antioxidante, bastante valorada em diversos alimentos, como as abóboras e cenouras. Ademais, estão subdivididos



em dois grandes grupos: os carotenos, composto por hidrocarbonetos, e as xantofilas que são acrescidas de oxigênio. Estas, podem ser encontradas em abóboras, mamão, tomate, manga, cenoura, espinafre, couve, tangerina, laranja, pimentão amarelo e vermelho, milho, goiaba vermelha, folhas vegetais, flores amarelas e entre outras fontes.

Os carotenóides são tetraterpenoides (C<sub>40</sub>) formados por oito unidades isoprenóides (C<sub>5</sub>) unidos por ligação do tipo cauda-cabeça e são um dos responsáveis pela coloração de frutas, hortaliças e microrganismos, cujo espectro de cor varia entre amarelo, laranja e vermelho (RODRIGUEZ-AMAYA; MALDONADE, 2019). Sua cor distinta é oriunda dos grupos cromóforos presentes em suas estruturas químicas que dão coloração aos compostos.

No mais, algumas dessas moléculas desempenham papel crucial no funcionamento do organismo, como a luteína juntamente com a zeaxantina, que constituem o pigmento de cor amarela da mácula, presente na retina humana, sendo uma das responsáveis pelo efeito protetor oftalmológico do grupo dos carotenóides, atuando como antioxidantes e filtradoras da luz azul de alta energia (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA, AMAYA-FARFAN, 2008). Portanto, corroboram com a limitação do estresse fotooxidativo sofrido pela retina, assim como, o beta caroteno e o alfa caroteno que atuam na síntese da vitamina A, já que são ótimos precursores. E ainda, uma das maiores problemáticas de saúde pública enfrentada pelo Brasil, é a hipovitaminose A, onde essa carência resulta de uma ingestão dietética da vitamina inadequada e que pode ser exacerbada por altas taxas de infecção, especialmente diarreia e sarampo (WHO, 2022). Não obstante, esse déficit nutricional pode levar o indivíduo a xeroftalmia ou até mesmo a cegueira. A Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece que a deficiência de vitamina A (DVA) afeta, em nível mundial, aproximadamente 19 milhões de mulheres grávidas e 190 milhões de crianças em idade pré-escolar e a maioria está localizada nas regiões da África e Sudoeste da Ásia (OMS, 2011). A abóbora é uma boa e barata fonte de carotenóides, ácidos fenólicos, flavonóides, vitaminas, polissacarídeos e minerais ( KULCZYNSKI, 2019; XIAO, 2010; YANG, 2007).

Além disso, esse grupo por apresentar atividade antioxidante excelente, sequestram o oxigênio singlete que é a forma mais reativa do oxigênio e ainda,

interagem e quelam os radicais livres, moléculas essas altamente reativas e prejudiciais às células, já que em elevadas concentrações pode potencializar o surgimento de câncer. Concomitante a isso, um dos compostos dos carotenóides que apresentam essa característica em valores consideráveis, é o licopeno, encontrado nos tomates e em concentrações maiores nos extratos de tomates, assim como em outras fontes alimentares.

Considerando a sua relevância para a nutrição, a elevada disponibilidade de carotenóides na alimentação, pode resultar em aumento da resposta imune e redução do risco de doenças degenerativas, tais como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular (RODRIGUEZ-AMAYA; MIEKO KIMURA, 2004).

Além do que um grande número de estudos *in vitro* e *in vivo*, demonstraram o impacto significativo dos carotenóides na diminuição do progresso oncogênico pela modulação do estresse oxidativo (ARATHI et al, 2016), angiogênese (SAHIN, M.; SAHIN, E.; GÜMÜYLÜ, 2012), metástase (YANG; H.U; H.U, 2012) e apoptose (SANTOS et al., 2018; GANESAN et al.,2011).

Segundo a Embrapa, os dados oficiais das produções de abóboras no país são escassos e não foram divulgados no último Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (AMARO et al., 2021). Assim, a produção nacional de abóboras e morangas maduras, segundo o penúltimo Censo Agropecuário, foi de 385 mil t/ano, aproximadamente, numa área estimada em 88.150 hectares (IBGE, 2020).

A abóbora é um fruto de importância não somente para a agronomia, mas também para a agricultura familiar e de subsistência. No Nordeste do Brasil, a manutenção da sua biodiversidade tem sido garantida pela ação dos guardiões de sementes crioulas, que são quase sempre líderes de comunidades que têm realizado a coleta das sementes de diversas variedades e o seu replantio. Sua atividade tem tomado destaque e tem contribuído para a construção da consciência e importância desta atividade na produção e qualidade dos alimentos, na preservação dos recursos naturais, na manutenção dos conhecimentos tradicionais e no resgate da autonomia das famílias em produzir suas próprias sementes.

Os agricultores guardiões procuram interagir localmente para trocar experiências e sementes com outros agricultores e sempre guardam parte das sementes que cultivam como estratégia de preservação das espécies (NORONHA,

A.D.H.; VIELMO, G.R.R. 2017). Com isso, muitos genótipos da família Cucurbitáceas têm sido mantidos *in situ* por iniciativa espontânea de produtores rurais em diferentes sistemas de produção, bem como em bancos de germoplasma de instituições de pesquisa e representam valioso recurso genético. A caracterização desses genótipos, permite conhecer a diversidade fenotípica e genética do germoplasma, direcionando a sua utilização em programas de melhoramento genético, bem como a seleção de genótipos para o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e de melhor qualidade (BORGES et al., 2019).

Além disso, projetos do governo como por exemplo, o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar), que visa a promoção de alimentação saudável e adequada, com incentivos para a aquisição de gêneros alimentícios diversificados, sazonais, produzidos em âmbito local e pela agricultura familiar, onde, ao incluírem alimentos de biodiversidade nutricional, podem contribuir para a prevenção de carências de micronutrientes na população envolvida (FNDE,2017).

Os compostos fenólicos que também estão presentes nas abóboras assim como seu subtipo, os flavonóides, dentre as diversas classes de substâncias antioxidantes de ocorrência natural, têm recebido muita atenção nos últimos anos, sobretudo por inibirem a peroxidação lipídica e a lipoxigenase *in vitro*. A atividade antioxidante de compostos fenólicos deve-se principalmente às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (Sousa et al., 2007).

Deste modo, as análises de compostos bioativos das abóboras podem oferecer subsídios de conhecimentos e dados aos programas e projetos destinados à melhoria da alimentação e nutrição de grupos carentes, bem como valorizar a atividade dos guardiões de sementes crioulas e salvaguardar a biodiversidade local. Por conseguinte, o presente estudo tem como objetivo auxiliar a rede de ações multi-institucionais ao investigar carotenóides e outros bioativos nas polpas das abóboras e demonstrar a importância da sua biodiversidade para prevenir carências nutricionais, agregar valor à alimentação da população, bem como contribuir para economia dos agricultores e conseqüentemente, a do estado de Pernambuco.

## Metodologia

### Obtenção da amostra

As polpas das abóboras que foram utilizadas nesta pesquisa, foram providas pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e vieram liofilizadas (processo de desidratação, onde a secagem ocorre por meio da sublimação), as variedades são: *Cucurbita moschata*- comercial (T1), *Cucurbita moschata*- local (T2) e *Cucurbita maxima*- local (T3).

Além disso, as análises foram feitas no laboratório de físico-química e no Núcleo de Pesquisa em Biotecnologia (NUBIOTEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

### Determinação de compostos nutricionais e bioativos

Todas as análises foram feitas em triplicata.

### Carotenóides totais

A metodologia utilizada foi a de Lichtenthaler e Buschmann (2001), com algumas modificações. Ademais, para o preparo dos extratos, foram pesados 100 mg de cada variedade (T1, T2 e T3), sendo acrescidos de 5 ml de acetona absoluta e agitados durante 8 minutos no vórtex. Em seguida, os extratos foram filtrados mais uma vez e acrescidos de 5ml de acetona absoluta e agitados por mais 8 minutos no vórtex. Logo depois, os extratos foram filtrados e complementou até o volume total de cada balão (10 ml) com acetona. Por fim, as leituras foram feitas no espectrofotômetro nas absorvâncias de 470 nm, 645 nm e 662 nm, utilizando como branco a acetona.

Os valores de carotenoides totais são calculados utilizando as fórmulas abaixo e expressos em µg/100 mL de polpa em pó.

$$Ca(\mu\text{g}/\text{mL})=11,24A_{662}-2,04A_{645} \quad Cb(\mu\text{g}/\text{mL})=20,13A_{645}-4,19A_{662}$$

$$C(\mu\text{g}/\text{mL}) = (1000A_{470}-1,90Ca-63,14Cb) / 214$$

$$Ca = 11,24 A_{661.6} - 2,04 A_{644.8} \quad Cb = 20,13 A_{644.8} - 4,19 A_{661.6}$$

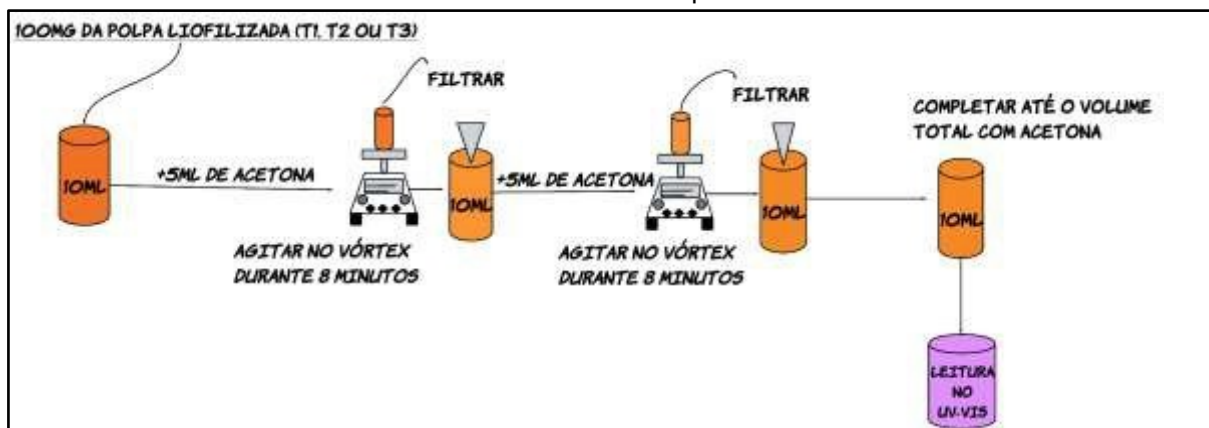
$$C(x+c) = (1000 A^* 470 - 1,90Ca - 63,14Cb) / 214$$

Onde:

Ca é a clorofila a; Cb é a clorofila b;

C(x+c) são os carotenóides totais.

**Figura 1:** Obtenção do extrato de carotenóides para leitura no espectrofotômetro.,10 ml equivale ao volume total do recipiente.



Fonte: própria (2023).

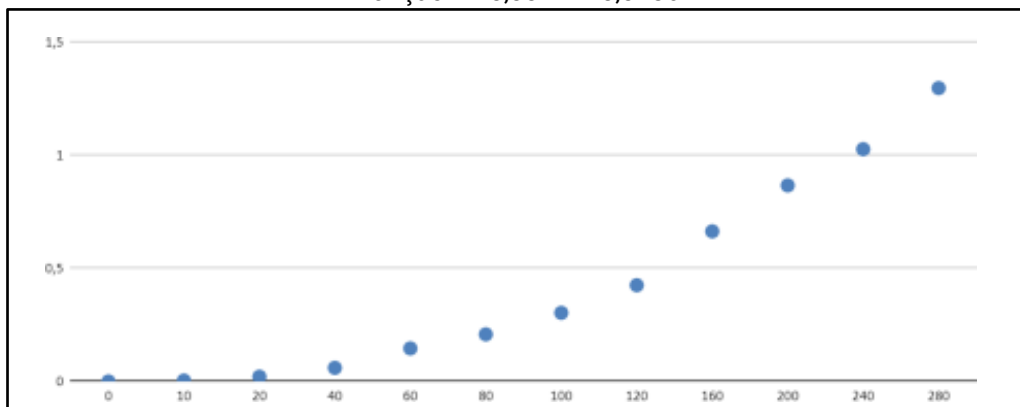
### Obtenção do extrato para fenólicos, flavonóides e ABTS

Para mais, foram pesados 0,5 g de cada variedade de abóbora (T1, T2 e T3), sendo acrescentadas de 30ml de metanol acidificado (1,4% HCL). Logo após, foram dispostas durante 10 minutos no ultrassom com banho de gelo. Em seguida, foram centrifugadas durante 10 minutos. Por fim, foram filtradas e completadas até o volume total de cada balão (50 ml) com metanol acidificado.

### Fenólicos totais

Para a determinação de fenólicos totais, também foi empregada a metodologia de Wettasinghe, M.; Shahidi, F.(1999) com alguns acréscimos. Primeiramente, foram adicionados 0,5 ml dos extratos de cada variedade (T1, T2 e T3), mais 8 ml de água destilada, mais 0,5 ml de Folin Ciocalteu e 1ml de carbonato de sódio, sendo cada tratamento dispostos em balões distintos. Por conseguinte, foram agitados no vórtex e aguardou-se 3 minutos. Seguidamente, as amostras foram agitadas novamente e submetidas a um local escuro, durante 1 hora. Por fim, foram lidas no espectrofotômetro na absorvância de 725 nm. E ainda, o branco foi feito, substituindo o extrato por água destilada. Não obstante, foi utilizado uma curva padrão preparada com ácido gálico e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG) por grama da polpa em pó (mg EAG/g).

**Figura 2:** Curva de regressão para análise de fenólicos totais, equivalente a ácido gálico.  
Função:  $Y=0,0047.X-0,0986$ .



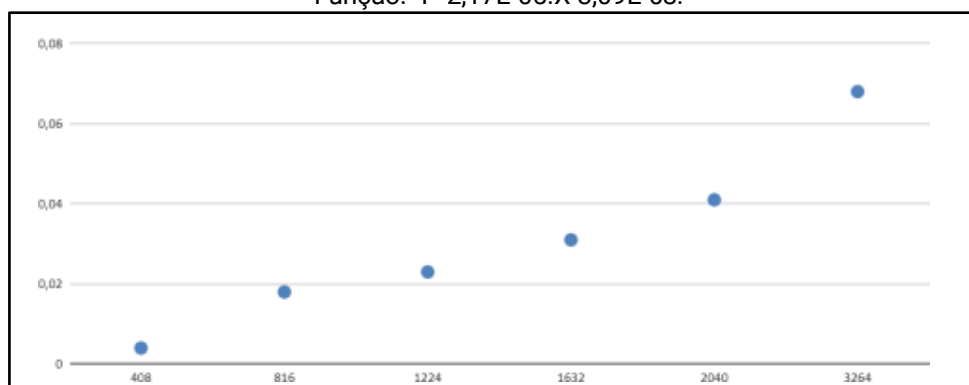
Fonte: própria (2023).

### Flavonóides totais

Para a determinação de flavonóides totais, foi empregada a metodologia de Mengcheng e Jianming(1999). Ademais, para cada variedade, foi adicionado 5 ml do extrato, mais 10 ml de água destilada e 1,5 ml de nitrito de sódio 5%, sendo dispostos em balões distintos. Em seguida, foram agitados e aguardaram-se 6 minutos. Logo após, foi adicionado 3 ml de cloreto de alumínio 10% e esperou-se mais 5 minutos. Posteriormente, foi adicionado 10 ml de hidróxido de sódio 1M e completou-se o volume total do balão (50 ml) com água destilada. Por fim, as amostras foram postas no espectrofotômetro na absorbância de 510 nm. Para o branco, foi feita a substituição do extrato pela água destilada e não foi adicionado cloreto de alumínio 10%.

Sendo o teor total de flavonóides, determinado pela curva padrão de catequina em 280 nm e os resultados, foram expressos em mg equivalentes de catequina (EC) por grama da polpa em pó (mg EC/g).

**Figura 3:** Curva de regressão para análise de flavonóides totais, equivalente a catequina.  
Função:  $Y=2,17E-05.X-3,09E-03$ .



Fonte: própria (2023).

## Análise estatística

Todos os dados experimentais foram analisados através da análise de variância (ANOVA) com um intervalo de confiança de 95%. Os dados da ANOVA com  $p < 0,05$  serão considerados estatisticamente significativos. Todos os tratamentos serão realizados em triplicado, e os resultados são expressos como a média  $\pm$  DP (n= 3). Utilizando o software Statistica 7.0.

## Resultados e discussão

### Análises químicas

Os resultados das análises químicas realizadas com o intuito de caracterizar os bioativos das variedades de abóboras, encontram-se apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Teor de carotenóides e outros compostos bioativos em três variedades de abóbora.

Variedade	Carotenóides totais (ug/mg amostra)	Fenólicos totais (ug ácido gálico/ mg amostra)	Flavonóides totais (ug catequina/mg amostra)
<i>Cucurbita moschata</i> comercial-T1	0,075 $\pm$ 0,00073 a	3,492 $\pm$ 0,127 a	19,713 $\pm$ 0,959 a
<i>Cucurbita moschata</i> local-T2	0,036 $\pm$ 0,00036 b	2,745 $\pm$ 0,205 b	30,625 $\pm$ 0,704 b
<i>Cucurbita maxima</i> local-T3	0,042 $\pm$ 0,00051 c	2,633 $\pm$ 0,190 b	22,787 $\pm$ 0,532 c

Médias de três repetições  $\pm$  Desvio padrão. Letras diferentes nas colunas e nas linhas indicam diferenças significativas (ANOVA e teste de Tukey  $p < 0,05$ ).

**Fonte:** própria (2023).

Primeiramente, foram encontrados valores diferentes entre os tratamentos quanto aos teores de carotenoides totais, uma vez que a *C. moschata* comercial, apresentou 0,075ug/mg. Em relação a *C. moschata* local, o valor foi de 0,036ug/mg e quanto a *C. maxima* local foi 0,042ug/mg. Pelo estudo da ANOVA, houve diferenças entre as variedades de abóboras estudadas, sendo o valor de  $P < 0,05$ , seguindo o teste de Tukey.

No mais, valores similares para a *C. moschata* foram encontrados por Souza et al. (2012), com variação de 0,014- 0,290 ug/mg. De acordo com Molica (2015), foi encontrado uma média ainda maior para carotenóides totais na *C. moschata*, sendo de 0,136 ug/mg. Ademais, esse fato pode ser explicado pelo nível de maturação do fruto, uma vez que quanto mais maduro, maior é a concentração de carotenóides totais. Desse modo, como possuem um tempo de vida útil muito grande, as análises podem ter sido feitas em estágios de maturação diferentes.

Segundo Rodriguez Amaya (1997), alguns dos níveis mais baixos de carotenóides reportados eram devido às análises de abóboras imaturas. Concomitante a isso, um estudo feito por Smiderle (2013), com dois tratamentos da mesma variedade de abóbora (*C. moschata*), sendo o tratamento 1 com maior nível de maturação e o 2, com menor, demonstrou valores distintos, onde a abóbora 1 apresentou elevados teores de carotenoides totais (0,589-0,655 µg/mg). Em contra partida, a abóbora 2 apresentou valores bem inferiores (0,234- 0,274 µg/mg).

É possível constatar que a *C. moschata* comercial, foi a que demonstrou melhor resultado quanto aos teores de carotenóides totais. Por isso, a divulgação de suas qualidades e quantidades nutricionais, por meio da mídia e projetos em instituições de ensino que perpetuem esse conhecimento e mostre o valor e importância que este fruto contém, são necessárias. Além disso, o incentivo do plantio dessa espécie é crucial, seja através dos guardiões de sementes, agricultores no geral ou a indústria, com a finalidade de conservar essa variedade. Ademais, uma forma de mantê-la preservada também, é a sua comercialização e o seu consumo por uma população esclarecida quanto a seus benefícios.

No que tange o quantitativo para fenólicos totais, os valores obtidos também foram distintos. Para o tratamento T1, obteve-se 3,492ug/mg. Já para o T2, o valor foi de 2,745ug/mg e para T3, foi obtido 2,633ug/mg. Mais uma vez o tratamento T1, apresentou o melhor resultado. Um estudo feito por Lessa (2014), utilizando sementes de abóboras para determinar fenólicos totais, obteve como resultados valores entre 82,48- 102,36 ug/mg. Por meio desse estudo, é possível demonstrar que em diferentes partes do fruto, existe a possibilidade de encontrar valores maiores ou menores para determinados compostos e isso implica na sua disponibilidade, biodisponibilidade e quantidade. Além disso, a sua riqueza não se faz presente apenas na polpa, como mostra este estudo, mas nas sementes também, por vezes descartadas. Como ressalta Gondim et al., 2005, o desconhecimento dos princípios nutritivos dos alimentos induz ao mau aproveitamento e por isso ocasiona o desperdício de toneladas de recursos alimentares.

Um estudo feito por Marcheto et al.,(2008), com o objetivo de analisar as partes dos alimentos que são normalmente descartadas, visando seu reaproveitamento, encontrou para a abóbora valores em porcentagem referente ao peso total, um



desperdício de 15,7%, sendo este de 7,5% para a casca, 4% para as sementes e 4,2% para partes não comestíveis. Como afirma Laufenberg (2003), são nas partes desperdiçadas que se encontram os melhores valores para os compostos nutricionais.

Para mais, os compostos fenólicos, são ótimos antioxidantes e são de fundamental importância para manutenção do organismo, já que atuam no sequestro de radicais livres que por sua vez, promovem alterações e desencadeiam doenças degenerativas. De acordo com Sousa et al. (2007), a atividade antioxidante de compostos fenólicos deve-se principalmente às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo.

Oliveira e colaboradores (2007) também destacam que os polifenóis presentes nas plantas quando consumidos na dieta humana têm como mecanismo de ação a prevenção dos danos oxidativos e a supressão da resposta inflamatória. Nesse sentido, ainda contribuem na reposição hormonal, reduz o LDL e aumentam o HDL, possuem atividade antifúngica e antibacteriana. Ademais, para o teste de Tukey, o valor de  $P < 0,000$  significando elevadas diferenças entre as variedades estudadas.

Em relação a análise para flavonóides totais, foram obtidos para os tratamentos T1, 19,713ug/mg, já para o T2, 30,625ug/mg e por fim, para o T3, foi de 22,787ug/mg. Ademais, constata-se que para esse composto, a *C. moschata* local obteve os melhores resultados. De acordo com Silva (2012), foi encontrado um valor similar para flavonóides totais de 13,36 ug/mg, utilizando a *C. moschata*.

Por conseguinte, os flavonoides constituem o grupo mais distribuído de polifenóis. São constituídos de esqueletos C6–C3–C6. As principais atividades biológicas atribuídas a estes compostos são a atividade antioxidante, efeito protetor de capilares e efeitos inibitórios de tumores em vários estágios (PODSEDEK, 2007). Ademais, para o teste de Tukey, o valor de  $P < 0,000$  significando elevadas diferenças entre as variedades estudadas. O que fortalece a diversidade disponível de fontes de flavonoides dentro de uma família de plantas.

## Conclusão

Por meio desse estudo, foi possível constatar a riqueza nutricional promovida pelas *C. moschata* e *C. máxima* e o quão necessária se faz na mesa da população brasileira, principalmente das mais abastadas que carecem de vários nutrientes básicos por não possuírem um ticket médio tão alto e por isso, acabam marginalizadas sofrendo com a desnutrição como são os casos da hipovitaminose A e também, para aquelas que não possuem conhecimento acerca dos benefícios promovidos por essas variedades de abóboras, tornam-as esclarecidas.

Além do que, por meio dos dados obtidos, tanto pelas análises químicas como pelo referencial teórico, é possível constatar que as abóboras enquadram-se como alimento funcional pois, além de nutrir, promovem ações preventivas para diversas enfermidades. E ainda, valores dos compostos bioativos presentes em ug/mg nestes frutos, demonstram portanto seu potencial nutritivo e por isso, mostram-se efetivas como alternativa de minimizar ou até mesmo erradicar esses déficits nutricionais que afetam as populações do Brasil e em especial, as que possuem baixa renda, estão vulneráveis e sofrem com diversas mazelas.

Dessa forma, o Governo juntamente com agricultores locais, podem fazer uma parceria em que haja o incentivo do cultivo, comercialização, divulgação dos seus benefícios nutricionais e disponibilizar, tornando-as acessíveis para todos. Com o fito de mitigar essas problemáticas supracitadas, para que em um futuro próximo essas pessoas não sejam mais afetadas pela insegurança alimentar.

## Referências

ADEFEGHA, S. A.; OBOH, G. Cooking enhances the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *Afr. J. Biotechnol.*, v. 10, n. 4, p. 632-639, Jan. 2011.

AMARO, B. et al. Technical recommendations for the cultivation of pumpkins and strawberries. Technical Circular. EMBRAPA. 2021.

AMAYA-RODRIGUEZ, D. B.; KIMURA, M. HarvestPlus. Handbook for Carotenoid Analysis. Harvestplus technical monograph series 2, p. 2-51, 2004.

AMAYA-RODRIGUEZ, D. B.; MALDONADE, I. R. Potentials and challenges in the production of microalgal pigments with reference to carotenoids, chlorophylls, and phycobiliproteins. In: RAVISHANKAR, G. A.; AMBATI, R. R. (Ed.). Handbook of algal technologies and phytochemicals. Boca Raton: CRC Press, p. 109-118, 2019.

ARATHI, B. et al. Enhanced cytotoxic and apoptosis inducing activity of lycopene

oxidation products in different cancer cell lines. *Food Chem. Toxicol*, v. 97, p. 265-276, 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists. 20.ed. Gaithersburg: Maryland, 2016.

BAUDIN, B. Les vitamines du groupe B: structures et rôles dans le métabolisme, déficits nutritionnels, *Revue Francophone des Laboratoires*, França, ed. 514, p. 36 – 44, 2019.

BELARDO, A.; GEVI, F.; ZOLLA, L. The concomitant lower concentrations of vitaminas B6, B9 and B12 may cause methylation deficiency in autistic children. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, Itália, vol. 70, p. 38 – 46, 2019.

BOSCHI, Keila. **Caracterização das Propriedades Químicas e Antioxidantes da Semente, Germinados, Flores, Polpa e Folha desenvolvida de Abóbora (Cucurbita pepo L.)**. Bragança, 2015. 90p. Dissertação (Qualidade e segurança alimentar) Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre.

BORGES, R.M.E. et al. Genetic divergence in pumpkin genotypes for qualitative and quantitative descriptors associated with the fruit. *Petrolina: Embrapa Semiárido*, (Embrapa Semiarido. Research and Development Bulletin 136), p. 25, Set 2019. Available: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1112623>. Brazil. Ministry of Health. Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher. PNDS 2006: Dimensions of the reproductive process and child health. Brasília: Ministry of Health; 2009.

CAMPELLO, Tereza et al. Novas geografias: atuais e antigos dilemas da fome. Unicamp, 2022. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8670346>. Acesso em: 16 de jul. de 2023.

EDELMANN, M.; CHAMLAGAIN, B.; SANTIN, M.; KARILUOTO, S.; PIIRONEN, V. Stability of added and in situ-produced vitamin B12 in breadmaking. *Food Chemistry*, Finlândia, vol. 204, p. 21 – 28, 2016.

EDUCATION, A. DE C. S. DO F. WITH INFORMATION FROM M. DA. Family Farming - Portal do FNDE. Available at : <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-eixos-de-atuacao/pnaeagricultura-familiar>, 2017.

FILHO, I.; MELO L. **“Tem gente com fome, dá de comer!”: resistências coletivas ao aumento da fome em tempos de pandemia da Covid-19 em Pernambuco**. Recife, 2022. 68p. TCC (Graduação em serviço social)- Universidade Federal de Pernambuco.

GAZZALI, A. M.; LOBRY, M.; COLOMBEAU, L.; ACHERAR, S.; AZAÏS, H.; MORDON, S.;

ARNOUX, P.; BAROS, F.; VANDERESSE, R.; FROCHOT, C. Stability of folic acid under several parameters. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, França, ed. 93, p. 419 – 430, 2016.

GANESAN, P. et al. Siphonaxanthin, a marine carotenoid from green algae, effectively induces apoptosis in human leukemia (HL-60) cells. *Biochim. Biophys.*, v. 1810, n. 5, p. 497- 503, 2011.

GRAEBNER, I.T.; SAITO, C.H.; SOUZA, E.M.T. Biochemical assessment of vitamin A in schoolchildren from a rural community. *J. Pediatric*, v. 83, n.3, p. 247-252, 2007.

GONDIM, Jussara A. Melo, et al. Centesimal composition and minerals in peels of fruits. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 25, n. 4, p. 825-827, Oct./Dec. 2005.

IBGE. Agricultural Census. Table 822 - Temporary crop production, sales, production value, and harvested area by temporary crop products, producer status in relation to land, economic activity groups, total area groups, and harvested area groups. Available in: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/822#resultado>. Acesso em 03 mar. 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Physical-Chemical Methods for Food Analysis*, 4a ed., 2008.

JUZENIENE, A.; TAM, T. T. T.; IANI, V.; MOAN, J. The action spectrum for folic acid photodegradation in aqueous solutions. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, Noruega, vol. 126, p. 11 – 16, 2013.

KULCZYNSKI, B.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A. The profile of secondary metabolites and other bioactive compounds in *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita moschata* pumpkin cultivars, *Molecules*, v. 24, p. 1–22, 2019.

KURIHAYASHI, A.Y; AUGUSTO, R.A; ESCALDELAI, F.M; MARTINI, L.A. Vitamin A and D status among children participating in a food supplementation program. *Cad Saúde Pública*, v.31, p.531-542, 2015.

LAUFENBERG, Günther. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology*, v. 87, p.167- 198, 2003.

LESSA, Laiane Ferreira. **Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante da semente de abóbora (*Cucurbita moschata*, L.)**. Teresina-PI, 2014. 38p. Monografia (Tecnologia em Gastronomia) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

LIU, M.; LI, X. Q.; WEBER, C.; LEE, C. Y.; BROWN, J.; LIU, R. H. Atividades antioxidantes e antiproliferativas das framboesas. *J. Agric. Food Chem.* v. 50, p. 2926–2930, 2002.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry, v.1, p. F4.3.1- F4.3.8, 2001.

MARCHETTO, A. M. P. et al. Avaliação das partes desperdiçadas de alimentos no setor de hortifruti visando seu reaproveitamento. UNESP, 2008. Disponível em: <[https://www.ibb.unesp.br/Home/ensino/departamentos/educacao/avaliacao\\_partes\\_desperdi\\_347adas\\_alimentos\\_setor.pdf](https://www.ibb.unesp.br/Home/ensino/departamentos/educacao/avaliacao_partes_desperdi_347adas_alimentos_setor.pdf)>. Acesso em: 15 de jul. de 2023.

MELEIRO-AZEVEDO, C. H.; AMAYA-RODRIGUEZ, D. B. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Curcubita moschata*, *Curcubita máxima* and *Curcubita pep.* J. Agr. Food Chem., Easton, v. 55, n. 10, p. 4027-4033, may 2007.

MOLICA, Eliane Maria. **Caracterização in vitro de compostos bioativos em cucurbitáceas e sua aplicação no desenvolvimento de produtos para nutrição cutânea.** Brasília- DF, 2015. 98p. Tese de doutorado (Pós-Graduação em Nutrição Humana) Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília.

NORONHA, A. D. H.; VIELMO, G. R. R. Guardians of Creole Seeds. Building Knowledge for the Preservation of Agrobiodiversity by Family Farmers of Ibarama. Embrapa, 2017.

OLIVEIRA, J.S; LIRA, P.I; OSÓRIO, M.M; SEQUEIRA, L.A; COSTA, E.C; GONÇALVES, F.C. Anemia, hypovitaminosis A and food insecurity in children from municipalities with Low Human Development Index in Northeast Brazil. Rev Bras Epidemiologia, v.13, p.651-664, 2010.

PAIVA, A.A; RONDÓ, P.H; GONÇALVES-CARVALHO, C.M; ILLISON, V.K; PEREIRA, J.A; VAZ-de-LIMA, L.R. Prevalence and factors associated with vitamin A deficiency in preschool children in Teresina, Piauí, Brazil. Cad Saúde Pública, v.22, p.1979- 1987, 2006.

PAIVA, E. P. Development of analytical methodology for determination of folates in foods. Thesis (Doctoral) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 162 p. 2012.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. LWT-Food Science Technology, v. 40, p. 1-11, 2007.

REDE PENSSAN. Grupo de Monitoramento. Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil – Vigisan 2020. Relatório de pesquisa. Rio de Janeiro, 2021.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoids and food preparation: The retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods. Opportunities for Micronutrient Intervention (OMNI), Arlington, 1997.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. Washington D.C.:

International Life Sciences Institute OMNI Press, 64, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. HarvestPlus handbook for carotenoid analysis. Washington, DC e Cali: IFPRI e CIAT. HarvestPlus Technical Monograph, 2, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; GODOY, H. T.; AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoids composition. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 445–463, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Natural Food Pigments and Colorants. atual Opin. *Ciência Alimentar*, v. 7, p. 20–26, 2016.

ROMERO RODRÍGUEZ, J.A.; ASCHERI, J.L.R.; SILVA, A.J.L.; Physical Characterization of Expanded Corn Grain Snacks and Changes in Carotenoid Profile. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 76, p.68-75, 2021.

SAHIN, M.; SAHIN, E.; GÜMÜYLÜ, S. Effects of lycopene and apigenin on human umbilical vein endothelial cells in vitro under angiogenic stimulation. *Acta Histochem*, v. 114, n. 2, p. 94-100, 2012.

SANTOS, R. C. et al. Lycopene-rich extract of red guava (*Psidium guajava* L.) exhibits cytotoxic effect against the human breast adenocarcinoma cell line MCF-7 via an apoptotic pathway. *Food Res. Int*, v.105, n. 2018, p. 184-196, 2018.

SARNI, R.S.; KOCHI, C.; RAMALHO, R.A.; SCHOEPS, D.O.; SATO, K.; MATTOSO, L.C.Q.; et al. *Rev Assoc Méd Bras*, v. 48, n. 1, p. 48-53, 2002.

SHERWIN, J.C.; REACHER, M.H; DEAN, W.H; NGONDI, J. Epidemiology of vitamin A deficiency and xerophthalmia in at-risk populations. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, v.106, p.205-214, 2012.

SILVA, R.; JUNIOR, E.L.; SARNI, R.O.S.; TADDEI, J.A.A.C. Plasma vitamin A levels in deprived children with pneumonia during the acute phase and after recovery. *J. Pediatric*, v.81, p.162-168, 2005.

SILVA, Maria de Fátima Gomes da. **Atributos de qualidade de abóbora (*Cucurbita moschata* cv. Leite) obtida por diferentes métodos de cocção**. Fortaleza- CE, 2012. 83p. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos.

SMIDERLE, Lara. **Atividade Antioxidante, Polifenóis Totais, Carotenoides Totais,  $\alpha$ - e  $\beta$ carotenos e Isômeros trans (E) e cis (Z) em Cultivares de Abóbora (*Cucurbita moschata*) Cruas e Cozidas**. Rio de Janeiro, 2013. 114 p. Dissertação (Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

STEVENS, G.A.; BENNETT, J.E.; HENNOQ, Q.; LU, Y.; DE-REGIL, L.M.; ROGERS L,

et al. Trends and mortality effects of vitamin A deficiency in children in 138 low- and middle-income countries between 1991 and 2013: combined analysis of population surveys. *Lancet GlobHealth*, v.3, p. e528-e536, 2015.

SOUZA, C.O.; MENEZES, J.D.S.; NETO, D.C.R.; ASSIS, J. G. A.; SILVA, S. R.; DRUZIAN, J.I. Carotenoides totais e vitamina A de cucurbitáceas do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido. *Ciência Rural*, v.42, n.5, 2012.

SURVESWARAN, S.; CAI, Y. Z.; CORKE, H.; SUN, M. Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. *Food Chemistry*, v. 102(3), p. 938- 953, 2007.

VITAS, J. S.; CVETANOVIC, A. D.; MASKOVIC, P. Z.; SVARC-GAJIC, J. V.; MALBASA, R. V. Chemical composition and biological activity of novel types of kombucha beverage with yarrow. *Journal of Functional Foods*, vol. 44, 95 – 102, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Directriz: Administración de suplementos de vitamina A a lactantes y niños 6–59 meses de edad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Vitamin A Deficiency. Available in >  
<https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/vitamin-a-deficiency>. 2022.

XIAO, H.W.; LE PANG, C.; WANG, L.H.; BAI, J.W.; YANG, W.X.; GAO, Z.J. Drying kinetics and quality of Monukka seedless grapes dried in an air-impingement jet dryer, *Biosyst. Eng.*, v. 105, p. 233–240, 2010.

YANG, C.-M.; HU, T.-Y.; HU, M.-L. Antimetastatic effects and mechanisms of apo- 8'-lycopene, an enzyme metabolite of lycopene, against human hepatocarcinoma SK-Hep1 cells. *Nutr. Câncer*, v. 64, n. 2, p. 274-285, 2012.

YANG, X.; ZHAO, Y.; YOU, L. Chemical composition and antioxidant activity of an acidic polysaccharide extracted from *Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret, *J. Agric. Food Chem.*, v. 55, p. 4684–4690, 2007.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*. v. 64, n. 4, p. 555 – 559, 1999.

**CAROTENOIDES E OUTROS BIOATIVOS EM POLPA DE ABÓBORA CRIOLA CULTIVADA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

**CAROTENOIDES Y OTROS BIOACTIVOS EN PULPA DE CALABAZA CRIOLLA CULTIVADA EN EL ESTADO DE PERNAMBUCO**

**CAROTENOIDS AND OTHER BIOACTIVES IN CRIOLA PUMPKIN PULP CULTIVATED IN PERNAMBUCO STATE**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.215-233>

**Vitória Barbosa da Silva**

Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRPE, nutri.vickbarbosa@gmail.com

**Luana Amanda Mesquita da Silva**

Graduanda em Gastronomia, UFRPE, luanaamanda1415@gmail.com

**José Carlos de Andrade Alves**

Química Industrial, UFRPE, josecarlos.alves@ufrpe.br

**Emmanuela Prado de Paiva Azevedo**

Docente do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, UFRPE, emmanuela.paiva@ufrpe.br

**Alexandre Guedes Torres**

Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, (IQ/UFRJ), torres@iq.ufrj.br



## Resumo

Belém de São Francisco está localizado no Sertão de Pernambuco, sendo uma região expoente na biotecnologia e agricultura de precisão, além de apresentar condições edafoclimáticas adequadas ao cultivo de abóboras. A abóbora é uma das plantas comestíveis mais conhecidas no mundo, composta por vários fitoconstituintes, incluindo polifenóis, flavonóis, vitaminas, minerais e o seu principal componente da matriz, os carotenoides. Os compostos bioativos são importantes para a nutrição humana e estão associados com a inibição do desenvolvimento de inúmeras doenças. As propriedades dos valores medicinais da abóbora foram demonstradas, como antidiabética, antioxidante, anticancerígena, antiinflamatória, hipolipidêmica e hipoglicemiante. Deste modo, o objetivo do trabalho é analisar os teores de compostos bioativos em polpa de abóboras crioulas cultivadas no Estado de Pernambuco. Abóboras das variedades *Cucurbita Maxima* e *Cucurbita Moschata* foram adquiridas através do Instituto Agrônomo de Pernambuco na Estação Experimental no Sertão de Belém de São Francisco- PE, em estádio adequado de maturação, a análise do material envolveu etapas de: higienização, processamento, conservação da polpa com o congelamento em nitrogênio líquido e posteriormente secagem da polpa por liofilização, para obtenção da polpa de abóbora em pó. Esta amostra foi utilizada para andamento das análises espectrofotométricas: polifenólicos totais, flavonoides totais e carotenoides totais. A análise dos resultados da polpa em pó das abóboras estudadas, mostrou que as variedades tiveram diferença significativa quanto aos teores de carotenoides totais e flavonoides totais, todavia, sem divergência significativa com  $p < 0,05$  para polifenólicos totais, comprovando que a abóbora, conhecida por seu conteúdo de carotenoides, também é fonte de outros compostos bioativos importantes, como os polifenóis e flavonoides. Portanto, a preservação e valorização do trabalho de guardiões de sementes crioulas, bem como a progressão na manutenção da diversidade das abóboras, é essencial para disseminar boas e baratas fontes de compostos bioativos nesse vegetal, que são importantes para a saúde da população.

**Palavras-chave:** abóbora; compostos bioativos; liofilização; diversidade.

## Resumen

Belém de São Francisco está situada en el Sertão de Pernambuco, siendo una región exponente en biotecnología y agricultura de precisión, además de presentar condiciones edafoclimáticas adecuadas para el cultivo de calabazas. La calabaza é uma das plantas comestíveis mais conhecidas do mundo, composta de vários fitoconstituintes, incluindo polifenóis, flavonóis, vitaminas, minerais e o seu principal componente matricial, os carotenoides. Los compuestos bioactivos son importantes para la nutrición humana y están asociados a la inhibición del desarrollo de numerosas enfermedades. As propriedades medicinais da calabaza têm sido demonstradas, como antidiabéticas, antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatórias, hipolipidêmicas e hipoglicêmicas. Así, el objetivo de este trabajo es analizar el contenido de compuestos bioactivos en la pulpa de calabazas criollas cultivadas en el Estado de Pernambuco. Calabazas de las variedades *Cucurbita Maxima* y *Cucurbita Moschata* fueron adquiridas a través del Instituto Agrónomo de Pernambuco en la Estación Experimental en el Sertão de Belém de São Francisco-PE, en una etapa

adecuada de maduración, el análisis del material involucró pasos de: higienización, procesamiento, conservación de la pulpa con congelación en nitrógeno líquido y posterior secado de la pulpa por liofilización, para obtener el polvo de pulpa de calabaza. Esta muestra se utilizó para los análisis espectrofotométricos: polifenoles totales, flavonoides totales y carotenoides totales. El análisis de los resultados de la pulpa en polvo de las calabazas estudiadas mostró que las variedades presentaban una diferencia significativa en cuanto a los contenidos de carotenoides totales y flavonoides totales, sin embargo, sin divergencia significativa con  $p < 0,05$  para los polifenoles totales, demostrando que la calabaza, conocida por su contenido en carotenoides, es también fuente de otros compuestos bioactivos importantes, como polifenoles y flavonoides. Por lo tanto, la preservación y valorización del trabajo de los semilleros criollos, así como el progreso en el mantenimiento de la diversidad de la calabaza, son esenciales para difundir fuentes buenas y baratas de compuestos bioactivos de esta hortaliza, importantes para la salud de la población.

**Palabras clave:** calabaza; compuestos bioactivos; liofilización; diversidad.

## Abstract

Belém de São Francisco is located in the Sertão de Pernambuco, being an exponent region in biotechnology and precision agriculture, besides presenting edaphoclimatic conditions suitable for the cultivation of pumpkins. Pumpkin is one of the best known edible plants in the world, composed of several phytoconstituents, including polyphenols, flavonoids, vitamins, minerals and its main matrix component, carotenoids. Bioactive compounds are important for human nutrition and are associated with inhibiting the development of numerous diseases. The properties of pumpkin medicinal values have been demonstrated, such as antidiabetic, antioxidant, anticancer, anti-inflammatory, hypolipidemic and hypoglycemic. Thus, the objective of this work is to analyze the content of bioactive compounds in the pulp of Creole pumpkins grown in the State of Pernambuco. Pumpkins of the varieties *Cucurbita Maxima* and *Cucurbita Moschata* were acquired through the Agronomic Institute of Pernambuco at the Experimental Station in the Sertão de Belém de São Francisco-PE, in an adequate stage of maturation, the analysis of the material involved steps of: hygienization, processing, conservation of the pulp with freezing in liquid nitrogen and later drying of the pulp by freeze-drying, to obtain the pumpkin pulp powder. This sample was used for the spectrophotometric analysis: total polyphenolics, total flavonoids and total carotenoids. The analysis of the results of the powdered pulp of the pumpkins studied showed that the varieties had a significant difference regarding the contents of total carotenoids and total flavonoids, however, without significant divergence with  $p < 0.05$  for total polyphenolics, proving that the pumpkin, known for its carotenoid content, is also a source of other important bioactive compounds, such as polyphenols and flavonoids. Therefore, the preservation and valorization of the work of creole seed keepers, as well as the progress in maintaining pumpkin diversity, is essential to disseminate good and cheap sources of bioactive compounds in this vegetable, which are important for the health of the population.

**Keywords:** pumpkin; bioactive compounds; freeze-drying; diversity.

## Introdução

A abóbora (*Cucurbita spp*) é uma cultura importante que é cultivada e consumida em todo o mundo devido aos seus benefícios nutricionais e para a saúde. Devido às suas propriedades nutricionais, facilidade de cultivo e utilidade tecnológica, as variedades deste produto hortícola são muito populares para consumo e utilização industrial. Entre eles, a família das Cucurbitáceas, que tem recebido muita atenção nos últimos tempos (Cucurbitaceae Juss) (PATEL; RAUF, 2017). O género *Cucurbita* é composto por 20-27 espécies, das quais cinco são cultivadas em grandes proporções (OECD, 2016). Estas são: *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita ficifolia* e *Cucurbita argyrosperma*, sendo que as três primeiras estão entre as espécies mais cultivadas no mundo (EZIN *et al.*, 2022).

Na dieta humana, as abóboras são apreciadas devido ao valor utilitário tanto da polpa como das sementes destas plantas. Estas fornecem ao corpo com materiais de construção essenciais, energia (hidratos de carbono) e nutrientes como vitaminas, minerais, fibras alimentares, antioxidantes, bem como e água. A maior vantagem destas plantas é o fato de fornecerem relativamente poucas calorias, principalmente devido ao elevado teor de água (cerca de 80%). O valor energético da polpa de abóbora situa-se no intervalo de 14-38 kcal/ 100g, que é determinado principalmente pela proporção de hidratos de carbono 2-9 g/100g consoante a espécie desta planta (KUNACHOWICZ *et al.*, 2012; KAUR *et al.*, 2020; KHATIB; MUHIEDDINE, 2020).

Considerando relatos da literatura, a hortaliça é uma boa fonte de compostos bioativos como: carotenóides, ácidos fenólicos, flavonóis, vitaminas, polissacáridos e minerais (YAN *et al.*, 2007; KULCZYNSKI; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, 2019; XIAO, 2010). O perfil de compostos bioativos da abóbora revela o seu grande potencial como alimento ou ingrediente funcional para o desenvolvimento de uma diversidade de produtos alimentares inovadores com propriedades promotoras da saúde (ROPELEWSKA *et al.*, 2022; DOYMAZ, 2007). Estudos mostram que estratégias de processamento, como desidratação ou liofilização, reduziram o teor de água e a atividade enzimática em amostras de abóbora e influenciarão a atividade antioxidante de compostos bioativos, especialmente fenólicos (MÁRQUEZ-CARDOZO *et al.*, 2021).

A abóbora é um fruto de importância não somente para a agronomia, mas também para a agricultura familiar e de subsistência. No Nordeste do Brasil a

manutenção da sua biodiversidade tem sido garantida pela ação dos guardiões de sementes crioulas, que são quase sempre líderes de comunidades que tem realizado a coleta das sementes de diversas variedades, garantindo seu replantio continuado. Sua atividade tem tomado destaque e tem contribuído para a construção da consciência e importância desta atividade na produção de alimentos de qualidade, na preservação dos recursos naturais, na manutenção dos conhecimentos tradicionais e no resgate da autonomia das famílias em produzir suas próprias sementes (NORONHA; VIELMO, 2017).

Com isso, muitos genótipos da família Cucurbitáceas têm sido mantidos *in situ* por iniciativa espontânea de produtores rurais em diferentes sistemas de produção, bem como em bancos de germoplasma de instituições de pesquisa e representam valioso recurso genético. A caracterização desses genótipos, permite conhecer a diversidade fenotípica e genética do germoplasma direcionando a sua utilização em programas de melhoramento genético, bem como a seleção de genótipos para o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e de melhor qualidade (BORGES *et al.*, 2019).

Apesar do grande interesse nas propriedades químicas e de promoção da saúde da abóbora, existem poucos estudos sobre o perfil de outros compostos bioativos importantes para a nutrição (POTOČNIK; CIZEJ E JOŽE, 2018). Considerando as fontes de compostos bioativos na hortaliça uma estratégia de conhecimento e fornecimento de dados a programa e projetos científicos destinados a pesquisar melhorias na alimentação e nutrição aos quais esses compostos estão envolvidos, bem como contribuir com a valorização da biodiversidade desse fruto. O presente estudo tem como objetivo analisar os teores de compostos bioativos em polpa de abóbora crioulas cultivadas no Estado de Pernambuco.

## Referencial teórico

A abóbora (*Cucurbita spp*) é uma cultura importante que é cultivada e consumida em todo o mundo devido aos seus benefícios nutricionais e para a saúde (YAN *et al.*, 2007; MONTEIRO *et al.*, 2018). A produção dessa hortaliça, no mundo excedeu 27,6 milhões de toneladas de uma área de 2,04 milhões de hectares em 2018 (NGUYEN *et al.*, 2020). A produção em 2019 foi estimada acima de 23 milhões. A

abóbora é cultivada nas regiões tropicais, uma vez que esta cultura é muito sensível às baixas temperaturas e às geadas (FAO, 2019).

Considerando seu processo de germinação, as sementes de abóbora, a temperatura ideal para a produção deve ser em uma máxima de 20-35°C. Os baixos níveis de umidade também têm efeitos positivos no rendimento das culturas (AHMAD; KHAN, 2019). Quando diferentes cultivares são plantadas próximas, é comum o cruzamento entre elas, com o surgimento de novas variedades locais com padrões diversificados. As abóboras e morangas são alógamas, ou seja, possuem alta taxa de cruzamento entre plantas, porém quase não perdem vigor pela autofecundação (EMBRAPA, 2021).

A razão é que sempre foram mantidas sob baixos tamanhos efetivos de população, e parte dos alelos deletérios ou prejudiciais provavelmente já foi eliminada. Essa característica é importante porque possibilita a manutenção de variedades locais pelos agricultores (EMBRAPA, 2021). A abóbora tem como característica ser um fruto de baga grande. A forma do fruto variar de globular a ovóide. O pedúnculo do fruto é duro, anguloso com cinco nervuras nitidamente alargadas no ápice. Possui formato de semente obovóide e achatado (PROTA, 2018).

Dentre a família das Cucurbitaceas, existem variedades abundantes para cada espécie de abóbora que diferem em forma, cor e composição de nutrientes (FERRIOL; PICO, 2008). A principal característica da polpa da abóbora é a concentração de carotenoides, que conferem às flores e frutos uma coloração que varia do amarelo ao vermelho. Os carotenóides são moléculas tetraterpenóides C40 lipossolúveis que se distinguem pela presença de uma longa cadeia de polieno que constitui um cromóforo absorvente de luz (AMAYA, 2015).

Em relação a propriedade antioxidante, o consumo de carotenóides reduz o risco de várias doenças, incluindo aterosclerose, carcinomas e degeneração macular (TANUMIHARDJO, 2013). Considerando que vários fatores, incluindo estágio de maturação, ambiente de cultivo e condições edafoclimáticas, podem afetar a composição de carotenóides em abóboras. Por exemplo, estudos revelaram a diminuição da biossíntese de carotenóides em áreas de temperatura mais baixa (PROVESI; DIAS; AMANTE, 2011; PROVESI *et al.*, 2012). Levando em conta outros bioativos presente na matriz da abóbora, os flavonóides, segundo (RODRIGUES-

MUÑIZ *et al.*, 2019; YANG *et al.*, 2018; XU *et al.*, 2018; ADADI *et al.*, 2018), são considerados metabólitos secundários das plantas e chamam atenção como antioxidantes naturais, juntamente com outros polifenóis, tem sido relatado pela ação benéfica na prevenção de cardiopatias. Os flavanóis atuam em flavor, amargor, adstringência, escurecimento enzimático e estabilidade da cor. Estes compostos apresentam ação antioxidante, com efeitos benéficos à saúde, sendo eles catequina, epicatequina, galocatequina e epigalocatequina (PADILHA *et al.*, 2017).

No tocante aos compostos fenólicos, durante a maceração, estes que encontra-se nas paredes celulares e vacúolos das células são liberados, variando conforme tempo, temperatura do processo de extração, concentração, composição do composto e meio de extração utilizado (GAO *et al.*, 2019). Mais de 8.000 fenólicos, com uma grande variedade de estruturas, foram identificados. Pelo menos, todos contêm em sua estrutura química um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila unidos (DE LA ROSA *et al.*, 2019; LUNA-GUEVARA *et al.*, 2018). Técnicas de processamento da abóbora, como congelamento e a secagem podem ser adequados para processar e prolongar a vida útil das abóboras. Atualmente, os pós são os principais produtos processados das abóboras (BELEKE; ADMASSU, 2022). A liofilização envolve a remoção da umidade congelada através da transição de fase gelo-vapor, o que reduz os danos nas estruturas celulares (ERMIS, 2022).

Tendo em vista a rica composição do fruto, e sua aplicação em matrizes vegetais enriquecidas, seu uso permite o esforço em desenvolver alternativas práticas que muitas vezes alteram processos e produtos existentes e não correspondentes a uma produção sustentável. Portanto, a produção sustentável de alimentos de maneira ambientalmente aceitável para atender às crescentes demandas de uma população crescente é um desafio inevitável para a produção agrícola o que justifica o reconhecimento dos micronutrientes e suas fontes naturais (KULCZYŃSKI; GRAMZA-MICHAŁOWSKA; KRÓLCZYK, 2020; HO *et al.*, 2022).

## Metodologia

### Obtenção do material

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa acerca dos compostos bioativos em pó de polpa de abóbora. Variedades de *Cucurbita Maxima* e *Cucurbita Moschata* foram obtidas da Estação Experimental no Sertão de Belém de São Francisco-PE em associação com o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em adequadas condições de maturação, com coordenadas geográficas referentes a porção do semiárido nordestino entre as coordenadas 8°45'57" de latitude Sul e 38°57'45" de longitude Oeste. O processamento do material foi realizado no Laboratório de Alimentos (NUBIOTEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com etapas de higienização do material, armazenamento em ultra freezer a -80°C (ULTRA LOW, MDF-U33V, USA & CANADA) por 48 horas e posteriormente, liofilizadas em (BenchTop Pro com Omnitronics™), por 48 horas, com 0.22 mbar (millibar de pressão). As análises foram realizadas em triplicata e todos os reagentes químicos utilizados foram de grau analítico. Na figura 1 é apresentado o fluxograma de pós colheita e processamento do material.

**Figura 1:** Fluxograma de pós colheita e processamento da abóbora.



Fonte: próprio (2023).

### Determinações Analíticas Carotenoides Totais

Os carotenoides totais foram extraídos de acordo com a metodologia de Lichtenthaler e Buschmann (2001), com modificações. Primeiramente 100mg da

polpa em pó foi armazenado em recipiente com adição de 5ml de acetona resfriada por 8min em vortice, o sobrenadante será filtrado e nova extração com adição de mais 5ml de acetona resfriada e agitação foi realizada. As amostras foram lidas em espectrofotômetro (BEL Photonics) nos comprimentos de onda de 470 nm, 645 nm e 662 nm, contra o branco constituído de acetona. Os valores de carotenoides totais foram calculados utilizando as fórmulas abaixo e expressos em  $\mu\text{g}/100\text{g}$  de polpa em pó.  $\text{Ca} (\mu\text{g}/ \text{mL}) = 11,24\text{A}662 - 2,04\text{A}645$   $\text{Cb}(\mu\text{g}/ \text{mL}) = 20,13\text{A}645 - 4,19\text{A}662$   $\text{C}(\mu\text{g}/ \text{mL}) = (1000\text{A}470 - 1,90\text{Ca} - 63,14\text{Cb}) / 214$ .

$$\text{Ca} = 11,24 \text{ A}661.6 - 2,04 \text{ A}644.8$$

$$\text{Cb} = 20,13 \text{ A}644.8 - 4,19 \text{ A}661.6$$

$$\text{C}(x+c) = (1000 \text{ A}^* 470 - 1,90\text{Ca} - 63,14\text{Cb}) / 214$$

Onde:

Ca é a clorofila a;

Cb é a clorofila b;

C(x+c) são os carotenoides totais;

### Polifenóis Totais

Para determinação de polifenóis totais, foi seguido a metodologia de Wettasinghe e Shahidi (1999). Para o preparo do extrato foi necessário 500mg da polpa em pó extraído com 30ml de metanol acidificado a 1,4%, submetido ao ultrassom por 10min na potência máxima e levado a centrífuga após o processo, por 10 min com 3000 rpm. O extrato foi filtrado e posteriormente, adicionado a tubos de ensaio, 0,5 ml do extrato, 8ml de água e 0,5ml de reagente Folin-Ciocalteau, após 3 min, 1ml de carbonato de sódio também foi adicionado. O preparo ficou em repouso e após, foi medida a absorbância a 725nm. O conteúdo de fenólicos totais foi determinado utilizando uma curva padrão preparada com ácido gálico e os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  equivalentes de ácido gálico (EAG) por miligrama da polpa em pó (mg EAG/g).



## Flavonoides Totais

Para flavonoides totais Zhishen, Mengcheng e Jianming (1999), com modificações, foi utilizado como metodologia. Com isso, 300mg da polpa em pó foi extraída com 4ml de metanol:água (3.6:0,4), 2ml foi utilizado para a primeira extração com agitação 8min em vortice e o sobrenadante filtrado, posteriormente nova extração foi realizada. A 500µl do extrato, foi adicionado 2,3ml de destilada, 150µl de nitrito de sódio (NaNO<sub>2</sub> a 5%), após 5min, 300µl de cloreto de alumínio (AlCl<sub>3</sub> a 10%) e após 6min, 1ml de hidróxido de sódio (NaOH) e 1,2ml de destilada. Absorbância de 510nm para leitura.

O teor de flavonoides totais foi determinado por curva padrão de catequina em 280 nm e os resultados foram expressos em mg equivalentes de catequina (EC) por grama da polpa em pó (mg EC/g).

## Análise Estatística

Todos os dados experimentais foram analisados através da análise de variância (ANOVA) com um intervalo de confiança de 95%. Os dados da ANOVA e Teste de Tukey com  $p < 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos. Todos os tratamentos foram realizados em triplicata, e os resultados são expressos como a média  $\pm$  DP (n= 3). Utilizando o software Statistica 7.0.

## Resultados e discussão

### Carotenoides Totais

A polpa de abóbora é considerada uma fonte de carotenoides. Até agora, a maioria dos estudos sobre a composição química da polpa de abóbora se concentrou no conteúdo desses compostos. De mesmo modo, existem vários cultivares dentro de uma espécie e compostos bioativos encontrados em frutos de abóbora (KULCZYŃSKI; MICHALOWSKA, 2019). Os teores desses bioativos foram distintos em relação a variedade de abóbora analisada, conforme demonstra a tabela 1.

**Tabela 1:** Teores de Bioativos da polpa de abóbora em pó.

Variedade	Carotenoides Totais	Polifenóis Totais	Flavonoides
	( $\mu\text{g/g}$ )	( $\text{mg EAG/g}$ )	Totais ( $\text{mg EC/g}$ )
<i>C.Moschata</i>	$482 \pm 0,08^a$	$4,60 \pm 0,11^a$	$68,78 \pm 2,35^a$
<i>C.Maxima</i>	$292 \pm 0,06^b$	$5,90 \pm 1,02^a$	$61,01 \pm 2,35^b$

Os dados são expressos como valores médios  $\pm$  desvio padrão. Amostras com letras diferentes dentro de cada coluna são significativamente diferentes (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ ).

**Fonte:** próprio (2023).

Em concordância com os resultados expressos na tabela 1, houve diferenças estatisticamente significativas no teor de carotenoides totais entre as variedades *Moschata* e *Maxima*, para (BEMFEITO *et al.*, 2020), no estudo com farinha de abóbora da variedade *C.Moschata*, o teor de carotenoides totais foi de 249,04  $\mu\text{g/g}$ , sendo os teores de ambas as variedades deste trabalho apresentando teores elevados com 482  $\mu\text{g/g}$  e 292  $\mu\text{g/g}$  para *C. moschata* e *maxima*, respectivamente. Corroborando com o destacado por (ORTEGA *et al.*, 2020), o qual foi exposto grande variabilidade em seu conteúdo total (155,8–2137,3  $\mu\text{g/g}$  em base seca) e que de acordo com a cultivar ou origem geográfica, assim como dentro de cada variedade, garante assim, uma representação robusta dos carotenoides totais.

Para Kulczyński e Gramza-Michałowska (2019), dentre os cultivares avaliados da variedade *C.moschata* os teores ficaram de (3,34-11,56  $\text{mg/g}$ ), inferior aos teores apresentados no trabalho para ambas as variedades. Em cultivares de duas espécies de abóbora: *C. moschata* Duchesne ex Poir ('Menina Brasileira') e *C. maxima* ('Exposição'). A abóbora da espécie *C. maxima* continha menos carotenoides, de acordo com (PROVESI *et al.*, 2011), semelhante ao relatado no trabalho. Em Zdunic *et al.* (2016), ao analisar o teor de carotenóides na polpa de abóbora e seus produtos. Eles descobriram que a quantidade total desses compostos na abóbora não processada era de 86,3  $\mu\text{g/g}$ . Ao mesmo tempo, os autores observaram uma diminuição na concentração de carotenóides nos produtos de geléia de abóbora (63,9  $\mu\text{g/g}$ ) e suco (28,6  $\mu\text{g/g}$ ).

Algumas explicações podem ser analisadas pela coloração cromática realizada por (PIEPIORKA-STEPUK *et al.*, 2023), onde é indicado que os cultivares da variedade *Cucurbita maxima* são caracterizados por maior saturação das cores amarelas e vermelho. O mesmo autor também relata, que o estágio de maturação da abóbora e as condições de tempo e armazenamento, podem causar alterações nos teores de

carotenoides e polifenóis. Na figura 2, é possível observar a coloração cromática das variedades no estudo.

Acerca do teor de carotenoides, o alto teor de carotenoides total demonstrado nos estudos, reitera que na farinha de abóbora, já era esperado, uma vez que as abóboras são geralmente consideradas importantes fontes desses compostos bioativos. Devido às propriedades antioxidantes e à atividade pró-vitamina A de alguns carotenoides, o consumo, principalmente da farinha de abóbora, pode ser recomendado como fonte alternativa desses compostos bioativos (BEMFEITO *et al.*, 2020).

**Figura 2:** Variedades de Cucurbitaceas.



Fonte: próprio (2023).

### Polifenólicos Totais e Flavonoides

Frutas e vegetais contendo polifenóis são considerados fontes dietéticas significativas de componentes promotores de saúde. Os teores de fenólicos totais e flavonoides em abóboras foram estimados pelos métodos colorimétricos de Folin-Ciocalteu e cloreto de alumínio (MOKHTAR *et al.*, 2021).

Alguns dados de teores fenólicos totais (TPC) foi considerado por (GULALA *et al.*, 2020) no qual frutos de *C. moschata* 'Kogigu' foi caracterizada pelos maiores teores dos seguintes fenólicos (mg/100 g de peso fresco): ácidos protocatecuico (2,42 mg), siríngico (16,41 mg) e ferúlico (0,442 mg), catequina (0,52 mg), e kaempferol (0,107 mg). Além disso, no estudo trazido por (OUYANG *et al.*, 2020), foi demonstrado que os níveis de IPC (compostos fenólicos insolúveis) em fatias de abóbora foram muito

afetados pela temperatura e tempo de secagem. No trabalho, não houve diferença significativa para polifenólicos totais entre as variedades estudadas, apresentando  $p < 0,05$ , segundo o teste de Tukey.

Para Piepiorka-Stepuk *et al.* (2023), maior teor de polifenóis (13,296 mg (EAG)/g f.w.) e flavonóides (0.732 mg(KW)/g f.w) foram encontrados na cultivar de abóbora de Hokkaido "Uchiki Kuri" (*Cucurbita maxima*). No estudo de Mokhtar *et al.* (2021), resultados mostraram que os teores de fenólicos e flavonoides totais da abóbora são dependentes do estágio de maturidade do fruto e que a fase verde contém uma boa quantidade de polifenóis totais (77,5 mg EAG. 100 g<sup>-1</sup> FW) e flavonoides (23,4 mg EC. 100 g<sup>-1</sup> FW). Tendo essas quantidades, aumentadas com o amadurecimento do fruto de 26 e 22% maiores no segundo estágio do que os frutos verdes (97,4 mg EAG. 100 g<sup>-1</sup> e 28,6 mg EC. 100 g<sup>-1</sup>).

Considerando os teores de polifenóis no presente trabalho, os resultados são divergentes do estudo anterior, sendo os valores de 4,60mg/g e 5,90mg/g de polifenóis totais. Contudo, para flavonoides totais os resultados foram expressivos, com diferença significativa entre as variedades, com destaque para a *C.Moschata* com 68,78mg/g ou (mg EC/g). Os polifenóis tendem a fornecer benefícios à saúde, exercendo efeitos semelhantes aos prebióticos e modulando a microbiota intestinal (TZOUNIS *et al.*, 2011; SANDERS *et al.*, 2019).

Os potenciais efeitos prebióticos dos polifenóis alimentares estão associados à capacidade da microbiota intestinal de converter compostos fenólicos em seus metabólitos, que por sua vez contribuem para modular a microbiota intestinal (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020; MASSA *et al.*, 2020). Devido à sua capacidade de doar átomos de hidrogênio aos radicais livres, as moléculas fenólicas e flavonoides são importantes componentes antioxidantes que desativam os radicais livres.

Eles também têm excelentes propriedades estruturais para eliminar os radicais livres. Vários estudos relataram uma correlação linear entre o conteúdo de fenólicos e flavonoides totais e a atividade antioxidante. Ao analisar os coeficientes de correlação (valores de R), podemos sugerir que os compostos fenólicos e flavonoides são responsáveis pela atividade antioxidante dos extratos de abóbora (ARYAL *et al.*, 2019).

## Conclusões

A pesquisa mostrou que a abóbora (conhecida por seu conteúdo de carotenoides) também é fonte de outros compostos bioativos importantes, como os polifenóis e flavonoides, que possuem propriedades promotoras da saúde. Os resultados demonstram diferenças significativas entre as variedades de estudo *C.moschata* e *C.maxima*, quanto aos teores de flavonoides totais e carotenoides, sendo a *C.moschata* a variedade mais expressiva estatisticamente em relação aos carotenoides totais. Considerando a diversidade dos bioativos entre as variedades e o quanto o consumo destas pode afetar significativamente o aporte de nutrientes e levantar a afirmação de que a manutenção da biodiversidade e promoção/valorização dos guardiões de sementes crioulas, é essencial para a disseminação de variedades ricas nesses bioativos.

## Referências

- ADADI, P.; BARAKOVA, N. V.; KRIVOSHAPKINA, E. F. Selected methods of extracting carotenoids, characterization, and health concerns: A review. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.66. p.5925-5947, 2018.
- AHMAD, G.; KHAN, A.A. Pumpkin: Horticultural importance and its roles in various forms; a review **International Journal of Horticulture and Agriculture**, v. 4. n.1. p. 1-6, 2019.
- AMAYA, R.D.B. Nomenclature, structures, and physical and chemical properties. In Food Carotenoids. **John Wiley & Sons, Ltd.** p. 1-23, 2015.
- ARYAL, S.; BANIIYA, M.K.; DANEKHU, K.; KUNWAR, P.; GURUNG, R.; KOIRALA, N. Total Phenolic Content, Flavonoid Content and Antioxidant Potential of Wild Vegetables from Western Nepal. **Plants**, v.8. n. 96, 2019.
- BEKELE, D.W.; ADMASSU, S. Pumpkin flour qualities affected by ultrasonic and microwave pre-drying treatment. **International Journal of Food Properties**, v.25. n.1. p. 2409-2424, 2022.
- BEMFEITO, C. M. et al. Nutritional and functional potential of pumpkin (*Cucurbita moschata*) pulp and pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **J Food Sci Technol**, v. 57. n. 10. p. 3920-3925, 2020.
- BORGES, R.M.E. et al. **Genetic divergence in pumpkin genotypes for qualitative and quantitative descriptors associated with the fruit.** Petrolina: Embrapa Semiárido, (Embrapa Semiárido. Research and Development Bulletin 136), p. 25, Set 2019.

Available: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1112623>.

DE ALBUQUERQUE, T.M.R.; BORGES, C.W.P.; CAVALCANTI, M.T.; LIMA, M.S.; MAGNANI, M.; DE SOUZA, E.L. Potential prebiotic properties of flours from different varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) roots cultivated in Northeastern Brazil. **Food Biosci**, v.36. 100614, 2020.

DE LA ROSA, LA.; MORENO-ESCAMILLA, JO.; RODRIGO-GARCÍA, J.; ALVAREZ-PARRILLA, E. Phenolic compounds . In EM Yahia & A. Carrillo-Lopez (Eds.), **Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables**, p. 253 – 271, 2019.

DOYMAZ, I. The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. **J. Food Eng**, v. 79. p. 243–248, 2007.

EMBRAPA. Technical recommendations for the cultivation of pumpkins and Strawberries. TECHNICAL CIRCULAR 175. 2021. Available at: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225763/1/CT-175-30ago2021.pdf>.

ERMIS, E. A review of drying methods for improving the quality of probiotic powders and characterization. **Drying Technology**, v.40. n.11. p. 2199–2216. 2022.

EZIN, V.; GBEMENOU, U.H.; AHANCHEDE, A. Characterization of cultivated pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne) landraces for genotypic variance, heritability and agro- morphological traits. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29. p. 3661-3674, 2022.

FERRIOL, M.; PICÓ, B. In: Hortaliças I, editor. Abóbora e abóbora de inverno. Nova York: Springer Nova York. p.317–49. 2008.

Food and Agriculture Organization of the United Nation. **FAOSTAT** (2019). Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

GAO, Y.; ZIETSMAN, A. J. J.; VIVIER, M. A.; MOORE, J. P. Deconstructing wine grape cell walls with enzymes during winemaking: new insights from glycan microarray technology. **Molecules**, v.24. p.165-184, 2019.

GULALA, A. K.; KRUCZEK, M.; SMOLEŃ, I. L.; KASZYCKI, P. Antioxidants and Health-Beneficial Nutrients in Fruits of Eighteen *Cucurbita* Cultivars: Diversity Analysis and Dietary Implications. **Molecules**, v. 25. n. 8. p. 1792, 2020.

HO, K.L.; NG, ZX.; WANG, C.W.; JUNIT, S.M. LIM, S.H.; NGO, C.T. *et al.* Comparative in vitro analysis of enzyme and phytochemical inhibitory activities of *Platycladus orientalis* (L.) Franco via solvent partition method. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v.194. p. 3621 – 3644, 2022.

KUNACHOWICZ, H.; NADOLNA, I.; PRZYGODA, B.; IWANOWICZ, K. Tables of composition and nutritional value of foods. PZWL **Medical Publishing**, Warszawa 2012.

KAUR, S.; PANGHAL, A.; GARG, M.K.; MANN, S.; KHATKAR, S.K.; SHARMA, P.; CHHIKARA, N. Functional and nutraceutical properties of pumpkin - a review. **Nutrition & Food Science**, v. 50. n. 2. p. 384 – 401, 2020.

KHATIB, S.E.; MUHIEDDINE, M. Nutritional profile and medicinal properties of pumpkin fruit pulp in Salanta, L. C. The health benefits of food - current knowledge and future development, 978-1-78985-934-8 , Intech Open Publisher 2020.

KULCZYNSKI, B.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A. The profile of secondary metabolites and other bioactive compounds in *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita moschata* pumpkin cultivars, **Molecules**, v.24. p. 1–22, 2019.

KULCZYŃSKI, B.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A.; KRÓLCZYK, J.B. Optimization of extraction conditions for the antioxidant potential of different varieties of pumpkin (*Cucurbita maxima*). **Sustainability**, v. 12. n. 4. p.1305, 2020.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry, 2001. ISSN 0471142913.

LUNA-GUEVARA, M.L.; LUNA-GUEVARA, J.J.; HERNÁNDEZ-CARRANZA P.; RUÍZ-ESPINOSA, H.; OCHOA-VELASCO, CE. Phenolic compounds: a good choice against chronic-degenerative diseases . **Studies in Chemistry of Natural Products**, v.59. p.79 – 108, 2018.

MÁRQUEZ-CARDOZO, C.J.; CABALLERO-GUTIÉRREZ, B.L.; CIRO-VELÁZQUEZ, H.J.; RESTREPO -MOLINA, D.A. Effect of pretreatment and temperature on the drying kinetics and physicochemical and techno-functional characteristics of pumpkin (*Cucurbita maxima*), **Heliyon**, v. 7. n.4. 2021.

MASSA, N.M.L.; MENEZES, F.N.D.D.; DE ALBUQUERQUE, T.N.R.; DE OLIVEIRA, S.P.A.; LIMA, M.S.; MAGNANI, M.; DE SOUZA, E.L. Effects of digested jaboticaba (*Myrciariajaboticaba* (Vell.) Berg) by-product on growth and metabolism of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* indicate prebiotic properties. **LWT Food Sci. Technol**, v.131. 109766, 2020.

MONTEIRO, R,L.; LINK, J.V.; TRIBUZI, G.; CARCIOFI, B.A.M.; LAURINDO, J.B. Effect of multflash drying and microwave vacuum drying on the microstructure and texture of pumpkin slices, **LWT–Food Sci. Technol**, v.96. p.612–619, 2018.

MOKHTAR, M.; BOUAMAR, S.; DI LORENZO, A.; TEMPORINI, C.; DAGLIA, M.; RIAZI, A. The Influence of Ripeness on the Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Pumpkins (*Cucurbita moschata* Duchesne). **Molecules**, v.26. n.12.

p.3623. 2021.

NORONHA, A. D. H.; VIELMO, G. R. R. **Guardians of Creole Seeds**. Building Knowledge for the Preservation of Agrobiodiversity by Family Farmers of Ibarama. Embrapa, 2017.

NGUYEN, N.N.; KIM, M.; JUNG, J.K.; SHIM, E.J.; CHUNG, S.M.; PARK, Y. S.C. Genome-wide SNP discovery and core marker sets for assessment of genetic variations in cultivated pumpkin (*Cucurbita* spp). **Horticulture Research**, v. 7. n. 1. p. 1-10, 2020.

OECD. Squashes, pumpkins, zucchinis and gourds (*Cucurbita* species) Safety assessment of transgenic organisms in the environment, 5: OECD consensus documents, OECD Publishing, Paris 2016.

ORTEGA, N. Q. et al. FTIR-ATR Spectroscopy Combined with Multivariate Regression Modeling as a Preliminary Approach for Determination of Carotenoids in *Cucurbita* spp. **Aplic. Sciences**, v. 10. n. 11. p. 3722, 2020.

OUYANG, M.; CAO, S.; HUANG, Y.; WANG, Y. Phenolics and ascorbic acid in pumpkin (*Cucurbita maxima*) slices: effects of hot air drying and degradation kinetics. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 15. n. 1. p. 1-9, 2020.

PADILHA, C. V. S.; MISKINIS, G. A.; SOUZA, M. E. A. O.; PEREIRA, G. E.; OLIVEIRA, D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; LIMA, M. S. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, v.228. p.106- 115, 2017.

PATEL, S.; RAUF, A. Edible seeds of the Cucurbitaceae family as potential functional foods: lots of promise, few concerns. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 91. p. 330 – 337, 2017.

PIEPIORKA-STEPUK, J.; WOJTASIK-KALINOWSKA, I.; STERCZYNSKA, M.; MIERZEJEWSKA, S.; STACHNIK, M.; JAKUBOWSKI, M. The effect of heat treatment on bioactive compounds and color of selected pumpkin cultivars. **LWT- Food Science and Technology**, v. 175. 2023.

POTOČNIK T., RAK CIZEJ M., JOŽE KOŠIR I. Influence of seed roasting on pumpkin seed oil tocopherols, phenolics and antiradical activity. **J. Food Compos, Anal.** v.69. p.7–12, 2018.

PROTA (2018). *Cucurbita moschata* (PROTA). (R. PlantUse Français, novembre 10, 2020 depuis [https://uses.plantnet-project.org/f/index.php?title=Cucurbita\\_moschata\\_\(PROTA\)&oldid=273360](https://uses.plantnet-project.org/f/index.php?title=Cucurbita_moschata_(PROTA)&oldid=273360), ed.).

PROVESI, J.G.; DIAS, C.O.; AMANTE, E.R. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. **Food Chem**, v.1. p.195–202, 2011.



PROVESI, J.G.; DIAS, C.O.; DE MELLO CASTANHO AMBONI RD, AMANTE, E.R. Characterisation and stability of quality indices on storage of pumpkin (*Cucurbita moschata* and *Cucurbita maxima*) purees. **Int J Food Sci Technol**, v.47. p.67–74, 2012.

RODRIGUES-MUÑIZ, G. M.; MIRANDA, M. A.; MARIN, M. L. A time-resolved study on the reactivity of alcoholic drinks with the hydroxyl radical. **Molecules**, v.24. p.234-243, 2019.

ROPELEWSKA, E.; POPINSKA, W.; SABANCI, K.; ASLAN, M.F. Flesh of pumpkin from ecological farming as part of fruit suitable for non-destructive cultivar classification using computer vision, **Eur. Food Res. Technol**, v.248 p.893–898, 2022.

SANDERS, M.E.; MERENSTEIN, D.J.; REID, G.; GIBSON, G.R.; RASTALL, R.A. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: From biology to the clinic. **Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol**, v.16. p. 605–616, 2019.

TANUMIHARDJO, S.A. **Carotenoids and human health**. Totowa: Humana Press; 2013.

TZOUNIS, X.; RODRIGUEZ-MATEOS, A.; VULEVIC, J.; GIBSON, G.R.; KWIK-URIBE, C.; SPENCER, J.P. Prebiotic evaluation of cocoa-derived flavanols in healthy humans by using a randomized, controlled, double-blind, crossover intervention study. **Am. J. Clin. Nutr**, v. 93, p. 62–72, 2011.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **J. Agric. Food Chem., Washington**, v.47. p.1801-1812, 1999.

XIAO, H.W.; LE PANG, C.; WANG, L.H.; BAI, J.W.; YANG, W.X.; GAO, Z.J. Drying kinetics and quality of Monukka seedless grapes dried in an air-impingement jet dryer, **Biosyst. Eng**, v.105. p. 233–240, 2010.

XU, M.; JIN, Z. OHM, J.-B.; SCHWARZ, D.; RAO, J.; CHEN, B. Improvement of the antioxidative activity of soluble phenolic compounds in chickpea by germination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.66. p.5925-5947, 2018.

YANG, X.; ZHAO, Y.; YOU, L. Chemical composition and antioxidant activity of an acidic polysaccharide extracted from *Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret. **J. Agric. Food Chem.** v.55. p. 4684–4690. 2007.

YANG, H.; XUE, X.; LI, H.; APANDI, S. N.; TAY-CHAN, S. C.; ONG, S. P.; TIAN, E. F. The relative antioxidant activity and steric structure of green tea catechins - A kinetic approach. **Food Chemistry**, v.257. p.399-405, 2018.

ZDUNIC, G.M.; MENKOVIC, N.R.; JADRANIN, M.B.; NOVAKOVIC, M.M.; SAVIKIN, K.P.; ZIVKOVIC, J.C. Phenolic compounds and carotenoids in pumpkin fruit and related traditional products. **Hem. Ind**, v.70. p. 429–433, 2016.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chem**, v.64. n.4. p. 555- 559, 1999.

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE PÃO ARTESANAL COMERCIALIZADO EM GARANHUNS – PE

**Flavia Isaura Soares de Lima**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [flavia.isalima@gmail.com](mailto:flavia.isalima@gmail.com)

**Jessica Porfírio Severo**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [severopjessica@gmail.com](mailto:severopjessica@gmail.com)

**Suzana Pedroza da Silva**

Doutora em Engenharia Química, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [suzana.pedroza@ufape.edu.br](mailto:suzana.pedroza@ufape.edu.br)

## Resumo

Os produtos de panificação são bastante consumidos no Brasil e o pão é considerado um alimento que está bastante presente na dieta dos consumidores. Tal produto é consumido mundialmente há milhares de anos, porém, ao longo do tempo, suas características de produção foram alterando-se, o que conseqüentemente resultou em melhor qualidade. Para maior conhecimento acerca de sua composição, faz-se necessário conhecer seus componentes, nutrientes e se ter garantias de saudabilidade. O objetivo deste trabalho foi caracterizar físico-quimicamente e determinar a composição centesimal proximal do pão artesanal que é fabricado e comercializado por um empreendimento privado localizado na cidade de Garanhuns, Pernambuco, a fim de conhecer melhor sua composição e averiguar se encontra-se em conformidade com a legislação vigente para produtos de panificação bem como com estudos de cunho científico da literatura. A amostragem foi realizada no dia anterior às análises, onde as amostras cedidas foram acondicionadas em embalagens de fecho hermético de polietileno e mantidas sob refrigeração, no intuito de conservar suas características intrínsecas e minimizar possíveis danos, por meio do ambiente exterior, as quais poderiam sofrer. Foram realizadas análises de umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos incluindo fibras, açúcares redutores, atividade de água, pH, sólidos solúveis totais, cor, condutividade e acidez total titulável. Todas as análises foram realizadas em triplicata, de acordo com metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz e tomando como resultado final, após os cálculos, o valor obtido por meio da média. Os resultados percentuais encontrados para as análises centesimais foram de  $31,82\% \pm 0,52$  para umidade,  $2,13\% \pm 0,48$  de cinzas,  $14,08\% \pm 0,50$  para lipídios,  $8,34\% \pm 0,01$  para proteínas e  $5,48\% \pm 0,02$  para açúcares redutores, totalizando, conseqüentemente, em  $38,15\% \pm 1,53$  para carboidratos incluindo fibras. Para os parâmetros físico-químicos estudados obteve-se  $0,906 \pm 0,01$  para atividade de água,  $5,69 \pm 0,11$  para o pH,  $1,76\% \pm 0,12$  para sólidos solúveis totais, variação total de cor de  $38,31 \pm 1,95$ , condutividade de  $1970,5 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 0,71$  e  $0,29\% \pm 0,09$  para acidez total titulável. Os resultados obtidos foram comparados com trabalhos a respeito do tema já realizados e presentes na literatura e as variações nos teores leva em consideração o tipo e a formulação de pão que está sendo analisada. Ao final do estudo observou-se que o pão artesanal analisado apresentou resultados satisfatórios, pelo fato de ser possível encontrar resultados significativos utilizando as metodologias empregadas, e que do ponto de vista legislativo, o pão artesanal estudado encontra-se nos limites estipulados para determinação de produto de qualidade padronizado.

**Palavras-Chave:** análises físico-química; análises centesimais; pão artesanal; panificação.

# EDUCAÇÃO DO CONSUMIDOR COMO VEÍCULO DE PROMOÇÃO DA SEGURANÇA DE PESCADOS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

**Maria Eduarda Nobre do Nascimento**

Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,  
[joao.bruno.guilherme08@aluno.ifce.edu.br](mailto:joao.bruno.guilherme08@aluno.ifce.edu.br)

**João Bruno Guilherme Mendes**

Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,  
[eduardanbr@gmail.com](mailto:eduardanbr@gmail.com)

**Lais Viana Vasconcelos**

Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,  
[lais.viana.vasconcelos07@aluno.ifce.edu.br](mailto:lais.viana.vasconcelos07@aluno.ifce.edu.br)

**David de Sousa Ferreira**

Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará,  
[davi.26sf@gmail.com](mailto:davi.26sf@gmail.com)

**Mirla Dayanny Pinto de Farias**

Profa. Dra. do Eixo de Produção Alimentícia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, [mirla@ifce.edu.br](mailto:mirla@ifce.edu.br)

## Introdução

Reconhecidos como uma grande fonte de proteína, o grupo de pescados enquadra grande número de espécies animais, segundo o artigo N° 205 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) podem ser considerados pescados animais pertencentes aos grupos de anfíbios, crustáceos, equinodermos, moluscos, peixes, répteis além de outros animais aquáticos que são consumidos na alimentação humana (BRASIL, 2017).

Mesmo com tamanha diversidade de espécies presentes em tal categoria, é visível que a maioria dos consumidores ao serem questionados sobre pescados, os relacionam principalmente a peixes. O Brasil se apresenta como uma das maiores potências no campo da aquicultura mundial, visto suas condições climáticas favoráveis, grande quantidade de mão de obra e principalmente a sua grande área de cultivo com 5,5 milhões de hectares de água doce e 8,4 mil quilômetros de território litorâneo brasileiro, situando-se como o 11° país com a maior produção de peixes equivalente a 611.343 toneladas (PINHEIRO et al. 2014 ; LEANDRO et al. 2018; ALHO et al. 2023).

Com isso, visando a promoção da segurança do consumidor no ato da compra do pescado, a referida ação de extensão visou promover aos consumidores informação suficiente para que os mesmos se sentissem seguros no ato da compra do pescado. De modo que foram apresentados aos participantes da ação, recomendações básicas que inclusive podem ser visualizadas na cartilha de boas práticas da semana do peixe. Contendo recomendações para avaliação de qualidade do pescado fresco, congelado, seco ou enlatado. Tais como a verificação de resíduos estranhos, firmeza da carne, sem ressecamento superficial da pele ou o escurecimento de certas áreas com a aparição de manchas, olhos salientes e brilhantes, bom estado das branques no caso de peixe não eviscerado, onde a região deve estar úmida com coloração variando do rosa ao vermelho vivo (ANVISA 2020).

Dessa forma, a ação visa expor de um ponto de vista prático com o auxílio de análises sensoriais, e teórico contando com embasamento na forma de materiais de apoio como banners e folders, assim como o diálogo direto com os consumidores, buscando indagar as boas práticas por trás da escolha e consumo de pescados,

desmistificando certas práticas repassadas de forma errôneas ao público, que possam vir a prejudicar os consumidores, seja ao avaliar um produto ou na resultante compra.

## Relato de experiência

A educação é um meio promissor de mudanças (SILVA, 2019). Assim, o Projeto de Extensão Condições higiênicas-sanitárias dos pescados: atuação dos discentes dos cursos do Eixo de Produção Alimentícia do IFCE - *campus* Sobral, buscou conscientizar o comportamento de compra do consumidor de pescados, atuando em datas que se aproximassem do período específicos em que o consumo de pescados aumenta, neste caso a “semana santa”, que se refere a uma data de cunho religioso e católico.

Para isso, ações de conscientização lúdicas e interativas foram realizadas no interior do Restaurante Acadêmico (RA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Sobral. Assim, alunos da disciplina de Tecnologia de Pescados e Derivados do Curso de Tecnologia em Alimentos, também participantes do projeto de extensão em questão, com objetivo de ensinar os alunos e público externo que frequenta o Restaurante Acadêmico da universidade a realizar a compra de um produto seguro, foi disposta para os participantes uma representação lúdica de como o peixe deveria e como não deveria estar armazenado e exposto no local de venda, de modo que foi utilizado um peixe *in natura* já deteriorado para expor as características que o pescado fresco não deve ter na hora da compra, mostrando e permitindo aos participantes, com o auxílio de luvas, realizar uma análise sensorial guiada pelos integrantes da intervenção, como demonstrado na figura 01.

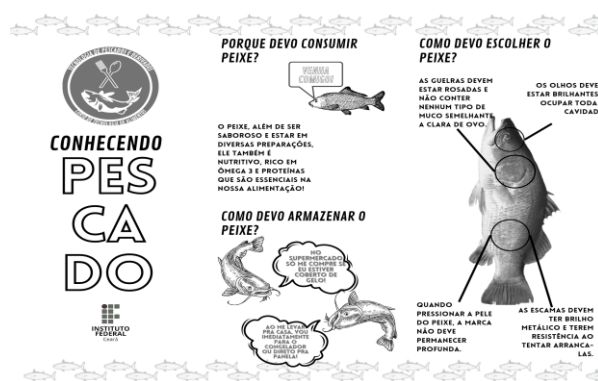
**Figura 01:** Ação de conscientização do consumidor de pescados.



Fonte: própria (2023).

O público alvo, representado pelos estudantes e consumidores externos que frequentam o Restaurante Acadêmico do Instituto, demonstraram saber como as brânquias do peixe devem apresentar coloração rosada, que segundo os mesmos é a característica mais comum de ser observada. Porém ao repassar as características que devem ser examinadas em análise sensorial antes da aquisição do peixe, observou-se que os mesmos aplicavam algumas, entretanto de formas destrutivas, como por exemplo, pressionar os olhos do peixe até a saída de líquidos, assim saberiam o grau de deterioração do peixe dependendo da saída de líquido. Porém tal ato destrutivo ao produto não deve ser realizado, pois se o mesmo não adquirir a mercadoria, irá deixar o mesmo com aparência prejudicada para os demais consumidores, ocasionando a indução ao erro dos próximos avaliadores, visto que, a análise sensorial deve ser realizada de forma sutil, logo, não destrutiva. Além disso, foram discutidos outros pontos de controle de reconhecimento do frescor do pescado, como aderência e brilho das escamas, firmeza da pele ao ponto de não apresentar marcas quando pressionado levemente, entre outros. Outra forma de conscientização foi a utilização de folders onde o público obtivesse um material no qual consultar se houvessem dúvidas, como mostra a figura 02.

Figura 02: folder sobre pescados.



Fonte: própria (2023).

As informações presentes na figura 02 foram retiradas da Portaria 187 de 13 de maio de 1997. O folder foi uma forma lúdica de repassar as informações com clareza em conjunto com os demais materiais utilizados, sendo que além da análise sensorial ser ensinada aos ali presentes, os mesmos poderiam disseminar o que foi aprendido em outros ambientes.



## Conclusões

A análise sensorial do pescado é a forma primordial de segurança para o consumidor estar ciente de estar adquirindo ou não um alimento seguro, com isso a referida ação descrita neste trabalho foi de extrema importância e elucidada pelos próprios participantes com importante para que os mesmos se sentissem seguros em sua compra.

## Referências

ANVISA. Orientações para consumo de pescado. 2020. Disponível em:

<[https://www.gov.br/anvisa/pt-](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/manuais-guias-e-orientacoes/cartilha-semana-do-peixe.pdf/view)

[br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/manuais-guias-e-](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/manuais-guias-e-orientacoes/cartilha-semana-do-peixe.pdf/view)

[orientacoes/cartilha-semana-do-peixe.pdf/view](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/manuais-guias-e-orientacoes/cartilha-semana-do-peixe.pdf/view) >. Acesso em: 28 jun. 2023.

ALHO, Tales Vandr e Lopes et al. FATORES RELEVANTES NA COMPRA DE PEIXES NO MERCADO DE FERRO DO VER-O-PESO, BEL EM (PA). Revista Valore, v. 8, p. 8039, 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto N  9.013, de 29 de março de 2017. Dispõe sobre a inspe o industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 29 mar. 2017.

LEANDRO, Sephane Vasconcelos et al. Perfil de consumo e do consumidor de peixe do município de Sinop, Mato Grosso. Revista Agroecossistemas, v. 10, n. 1, p. 73-98, 2018.

PINHEIRO, A.; LENZI, A.; SEGANFREDO, A.; GONÇALVES, B.; MARTINS, D.; CARDOSO, D.; FURTADO.; LIZ, F.; UMPIERRES, F.; CARDOZO, F.; SANTOS, K.; LAPS, L.; ZONTA, L.; BRUNING, M. T.; BOING, M.; KAFRUNI, S.; MARTIN, W. 1  Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura. Associa o Cultural E Educacional do Brasil – ACEB. 15 de janeiro de 2014.

SILVA, K. P. M.; SILVA, K. P. M.; CANEDO, K. de O.; RAGGI, D. G.; SILVA, J. G. F. da. Educa o Ambiental e sustentabilidade: uma preocupa o necessária e contínua na escola. Revista Brasileira de Educa o Ambiental (RevBEA), [S. l.], v. 14, n. 1, p. 69–80, 2019. DOI: 10.34024/revbea.2019.v14.2670. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2670>. Acesso em: 19 jul. 2023.

# **INFLUÊNCIA DO DIÂMETRO DE SAÍDA DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO POR FILTRAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA BEBIDA CAFÉ**

## **INFLUENCIA DEL DIÁMETRO DE SALIDA DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN POR FILTRACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA BEBIDA DE CAFÉ**

### **INFLUENCE OF THE OUTLET DIAMETER OF EXTRACTION METHODS BY FILTERING ON THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE COFFEE BEVERAGE**

**Eduarda Oliveira da Silva**

Engenharia de alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco,  
[eduarda.faele@outlook.com](mailto:eduarda.faele@outlook.com)

**Gustavo Henrique Daniel Santos Silva**

Engenharia de alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [gd30440@gmail.com](mailto:gd30440@gmail.com)

**Wallysson Wagner Vilela Santos**

Engenharia de alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [wallysson70@gmail.com](mailto:wallysson70@gmail.com)

**Suzana Pedroza da Silva**

Doutora, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [suzana.pedroza@ufape.edu.br](mailto:suzana.pedroza@ufape.edu.br)

**Marteson Cristiano dos Santos Camelo**

Doutor, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [marteson.camelo@ufape.edu.br](mailto:marteson.camelo@ufape.edu.br)

## Resumo

O café é uma das bebidas mais consumidas no Brasil, o que reafirma o papel deste grão como um produto alimentício importante para a indústria nacional e internacional. A bebida café pode ser consumida de inúmeras maneiras e a seleção de um método de extração, relacionada a outras variáveis, tais como temperatura, tempo de extração, entre outros, vão influenciar os atributos sensoriais da bebida na xícara. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes diâmetros dos porta filtros de extração de café em parâmetros físicos e físico-químicos da bebida café. As amostras de café Arábica typica foram doadas pelo Café Várzea Grande da cidade de Taquaritinga do Norte-PE. O material dos filtros era de cerâmica, com 16 sulcos cada. O protótipo 1 com 7,57 mm de diâmetro e o protótipo 2 com 16 mm de diâmetro. As análises de acidez total titulável (ATT) por titulometria, sólidos solúveis totais (SST) por refratometria, condutividade elétrica (CE) com o condutivímetro, açúcares redutores (AR) pelo método DNSA e luminosidade ( $L^*$ ) por colorimetria foram realizadas em triplicata e seguiram as recomendações do Instituto Adolfo Lutz. Os resultados das análises foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Observou-se que o protótipo 1 apresentou diferença significativa, quanto aos parâmetros CE, SST, AR e  $L^*$  (valor/unidade e desvio de cada análise do 1, respectivamente) quando comparado ao protótipo 2 (valor/unidade e desvio de cada análise do 2, respectivamente). O protótipo 1 apresenta diâmetro menor, o que implica numa diminuição da vazão da extração dos componentes químicos do café. Isso faz com que a água quente esteja em contato por um maior período de tempo com o café moído e, dessa maneira, há uma maior extração das substâncias presentes no café, fazendo com que as bebidas extraídas tenham maiores teores de ATT, AR, CE e SST. Demonstrando a importância de se estudar o impacto do diâmetro do porta filtro no processo de extração das bebidas de café, sugere-se para pesquisas futuras realizar a simulação de transferência de massa em software para que se tenha uma perspectiva mais abrangente e definitiva.

**Palavras-chave:** café; diâmetro de saída; filtração; velocidade de extração.



# INFLUÊNCIA DOS FATORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS DURANTE O ARMAZENAMENTO DE CREME DE LEITE COMERCIAL SOB DIFERENTES CONDIÇÕES

## **Luiz Antônio da Silva Fernandes**

Aluno do Curso Técnico Integrado em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *Campus* Pau dos Ferros, [fernandes.antonio@ecolar.ifrn.edu.br](mailto:fernandes.antonio@ecolar.ifrn.edu.br)

## **Maria Clara Sampaio Sena**

Aluna do Curso Técnico Integrado em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *Campus* Pau dos Ferros, [clara.sampaio@escolar.ifrn.edu.br](mailto:clara.sampaio@escolar.ifrn.edu.br)

## **Raimunda Valdenice da Silva Freitas**

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *Campus* Pau dos Ferros, [valdenice.freitas@ifrn.edu.br](mailto:valdenice.freitas@ifrn.edu.br)

## Resumo

O creme de leite é um produto comercial de grande aceitação pelo público consumidor por apresentar composição e características sensoriais agradáveis, além de possibilitar a aplicabilidade em diversas receitas justificando, desse modo, a alta demanda e oferta mercadológica do produto. No entanto, apesar de ser convencionalmente ofertado no mercado, após aplicações de tecnologias para conservação como Ultra Higt Temperature (UHT), é comum que este produto não seja totalmente utilizado, permanecendo, na maioria das vezes, armazenado ainda na embalagem de origem. Tal ocorrência pode ocasionar modificações em suas características originais provenientes de fatores intrínsecos e extrínsecos que poderão influenciar no desenvolvimento de uma carga microbiana comprometedora na qualidade do produto. Dentre esses fatores, podem-se destacar: composição, temperatura, presença de oxigênio, entre outros. Assim sendo, torna-se de grande importância realizar uma avaliação das diferentes condições de armazenamento do creme de leite, já que, o produto poderá ser utilizado fracionado e armazenado para processamentos futuros. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a influência dos fatores intrínsecos e extrínsecos durante o armazenamento de creme de leite em diferentes embalagens sob temperatura ambiente. Para desenvolvimento do estudo, utilizou-se cremes de leite UHT de marca comercial com renome no mercado e realizou-se simulação de diferentes condições de armazenamento do produto, sendo elas: (1) acondicionamento do creme de leite em recipiente de vidro e exposto ao ar ambiente, (2) acondicionamento do creme de leite em recipiente de vidro com envoltório de filme plástico (PVC), (3) acondicionamento do creme de leite em embalagem de celofane fechada manualmente e (4) acondicionamento do creme de leite em embalagens plásticas (polietileno de baixa densidade - PEBD) selada. Para cada condição de armazenamento utilizou-se 50g de amostra do produto que foram armazenadas por um período de 14 dias e avaliadas através de análises discursivas-visual a cada intervalo de 7 dias, utilizando escala de valores definidos para aparência externa com notas variando de 1 a 5, onde 1 representava o produto totalmente deteriorado e 5 o produto com excelente qualidade, livre de defeitos. Inicialmente, todas as amostras seguiam as boas práticas de fabricação obtendo pontuação máxima. Após 7 dias, a amostra 1 desidratou e apresentou odor de queijo, enquanto a amostra 2 formou bolhas e fermentou. As amostras 3 e 4, por sua vez, não apresentaram mudanças visíveis, contabilizando assim, notas iguais a 1, 2, 5, 5, para as embalagens 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Após 14 dias, a amostra 1 perdeu umidade e desenvolveu uma colônia esponjosa, já a amostra 2 manteve a fermentação, apresentando soro amarelado e consistência de pudim. A amostra 3 coagulou, escureceu e adquiriu odor indesejado, enquanto a amostra 4 permaneceu estável, com poucas alterações na cor. O presente estudo apresentou notas finais igual a 1, 1, 4 e 1 para as amostras 1, 2, 3 e 4, respectivamente, mostrando que a embalagem de celofane foi a única capaz de preservar a maioria das características do creme de leite. Contudo, faz-se necessário análises físico-químicas e microbiológicas para garantir a melhor condição de armazenamento do produto.

**Palavras-chave:** alterações; aparência; embalagem; qualidade; refrigeração.

# VIABILIDADE DE PROBIÓTICOS LACTOBACILLUS RHAMNOSUS APLICADO EM SOLUÇÕES DE CAFÉ SOLÚVEL COMERCIAL

**Assíria Gabriele Fragoso Bandeira de Melo**

Bacharelado em Zootecnia, Universidade Federal Rural Pernambuco, [assiria.gabriele@ufrpe.com.br](mailto:assiria.gabriele@ufrpe.com.br)

**Alesson Victor Lins dos Santos**

Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural Pernambuco,  
[alesson.vlsantos2@ufrpe.br](mailto:alesson.vlsantos2@ufrpe.br)

**Leandro Fragoso Lins**

Dr.em Biotecnologia ,Pós doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[leandrofragosolins@gmail.com](mailto:leandrofragosolins@gmail.com)

**Ana Lúcia Figueiredo Porto**

Drª em Engenharia Química, Professora, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[ana.porto@ufrpe.br](mailto:ana.porto@ufrpe.br)

**Maria Taciana Cavalcanti Vieira Soares**

Drª em Tec. Bioquímico-Farmacêutica, Professora, Universidade Federal Rural de Pernambuco  
[maria.vsoares@ufrpe.br](mailto:maria.vsoares@ufrpe.br)

## Resumo

Os probióticos são microorganismos que, administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro. Já o café é uma bebida popularmente consumida sendo, apresentado ao público consumidor final de múltiplas formas. Direcionado para inserção de futuros alimentos funcionais a base de café, objetivou aplicar probióticos em soluções de café solúvel comercial avaliando sua viabilidade e estabilidade durante o tempo. A cepa probiótica *L. rhamnosus* GG (DSM33156) foi incubada em caldo MRS durante 24 horas em estufa bacteriológica a 37 °C posteriormente, submetida a centrifugação, ressuspensão em água peptonada 1%, e padronização da concentração para 19,7 Log<sub>10</sub> UFC/mL. As soluções de café solúvel comercial foram preparadas: C1 - 2% café solúvel em água, C2 - 2% café solúvel em água + 6% açúcar, C3 - 2% café solúvel em água + 6% açúcar + 1% saborizante + 2% aromatizante. Por fim a cepa probiótica (19,75 Log<sub>10</sub> UFC/mL) foi adicionada a 50 mL de cada solução, que foram armazenadas em tubos de polietileno hermeticamente fechados e mantidos em temperatura de refrigeração à 4 °C. A avaliação de viabilidade e estabilidade probiótica se realizou cada 7 dias, durante 49 dias, onde amostras de 1 mL foram coletadas, realizadas diluições seriadas, plaqueamento em profundidade em ágar MRS e incubação a 37 °C por 48 horas para posterior contagem de colônias. Após 7 dias de armazenamento a solução de café C1 apresentou concentração probiótica de 19,7 Log<sub>10</sub> UFC/mL, C2 concentração de 20,0 Log<sub>10</sub> UFC/mL e C3 em 19,6 Log<sub>10</sub> UFC/mL. O leve aumento da concentração probiótica nas soluções C2 e C3 pode ser justificado pelo açúcar (sacarose) que segundo a literatura favorece o crescimento da cepa. Aos 14 dias todas as soluções de café apresentaram pequena redução de menos de 0,66%. Nos dias consecutivos foi observado uma leve redução para as soluções. Aos 49 dias finais a solução de café C1 apresentou uma concentração probiótica de 18,4 Log<sub>10</sub> UFC/mL, tendo uma redução de 6,19% em relação a concentração inicial (dia 1), a solução C2 teve uma concentração de 19 Log<sub>10</sub> UFC/mL, uma redução de 3,50% da concentração inicial, e solução C3 apresentou uma concentração de 18,3 Log<sub>10</sub> UFC/mL, sendo uma redução 7,05% comparada ao inicial. Como observado as soluções de café C1 e C2 apresentaram menor percentual de redução, já a solução de café C3 contendo, além do açúcar, a adição de saborizante e aromatizante apresentou maior percentual de redução, o que pode ser justificado pela adição dos aditivos comerciais com formulações diversas, mas que ainda assim foi uma pequena redução da concentração probiótica. Com isso, pode afirmar que a aplicação da cepa probiótica *Lactcaseibacillus rhamnosus* GG em diferentes soluções de café solúvel comercial apresentou viabilidade e estabilidade durante 49 dias quando conservados à temperatura de refrigeração, mas que a presença de aditivos extras pode influenciar na viabilidade da cepa. Futuras aplicações em produtos alimentícios das bases de café podem ser estudadas para aprofundar estudos de viabilidade e estabilidade probiótica em alimentos.

**Palavras-chave:** probióticos; café solúvel; estabilidade.

# **Seção 2**

## **Biotecnologia na produção de alimentos**



# **ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA: EXPLORANDO FUNGOS DO GÊNERO ASPERGILLUS E O SUBSTRATO CASCA DE LARANJA PARA A PRODUÇÃO DE PECTINASES POR FERMENTAÇÃO**

## **ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO: EXPLORACIÓN DE HONGOS DEL GÉNERO ASPERGILLUS Y EL SUSTRATO DE CÁSCARA DE NARANJA PARA LA PRODUCCIÓN DE PECTINASA POR FERMENTACIÓN**

### **BIBLIOMETRIC ANALYSIS: EXPLORING ASPERGILLUS FUNGI AND THE ORANGE PEEL SUBSTRATE FOR THE PRODUCTION OF PECTINASES BY FERMENTATION**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.248-265>

**Eduardo Bonora Viana**

Bacharelado em Engenharia Ambiental, UFRPE, eduardo.bonora@ufrpe.br

**Camila Fernanda de Aquino Luna**

Bacharelado em Engenharia Ambiental, UFRPE, camila.aquino@ufrpe.br

**Lorena Trajano Barbosa da Silva**

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRPE, lorenatrajano20@gmail.com

**Liliana Andréa dos Santos**

Pós-doutoranda em Biotecnologia no RENORBIO, UFRPE, liliana.andrea.santos@gmail.com

**Tatiana Souza Porto**

Professora do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, UFRPE, tatiana.porto@ufrpe.br

## Resumo

A pectinase, uma enzima responsável pela hidrólise da pectina, tem adquirido significativa relevância devido às suas múltiplas aplicações em diversas indústrias, que vão desde a indústria alimentícia até a indústria de biocombustíveis. No contexto do mercado global de enzimas, a utilização de linhagens fúngicas, em especial do gênero *Aspergillus* em processos fermentativos tem se destacado como uma das principais abordagens para a produção de pectinase. Essa estratégia oferece a vantagem adicional de possibilitar a utilização de resíduos agroindustriais, explorando, por exemplo, o potencial das cascas de laranja como substrato nesse processo. O objetivo deste artigo é apresentar uma análise bibliométrica que evidencia as tendências emergentes na indústria de produção de pectinase. Para tanto, foram utilizados o site *Web of Science* e o software *VOSViewer* para realizar a análise bibliométrica, abrangendo documentos publicados nos últimos dez anos. A investigação englobou a identificação dos principais países, autores, instituições e palavras-chave relacionados ao tema. Dos 108 documentos analisados, observou-se que a maioria deles está inserida nas categorias "microbiologia aplicada à biotecnologia" e "tecnologia de ciência de alimentos". Destaca-se que o ano de 2018 apresentou o pico de publicações (14 documentos), enquanto o ano de 2016 registrou o menor número de publicações (8 documentos). O Brasil e a Índia sobressaíram-se como os países com maior número de documentos, totalizando 24 e 22 publicações, respectivamente. Além disso, as palavras-chave mais frequentes foram "pectinases" (142 ocorrências) e "fermentação em estado sólido" (53 ocorrências). Em síntese, a análise bibliométrica proporciona informações valiosas sobre a produção de pectinases, enfatizando a sua relevância e ampla gama de aplicações na indústria. Contudo, é notória a escassez de pesquisas voltadas à produção dessas enzimas a partir de resíduos agroindustriais, evidenciando a necessidade de maior investigação neste âmbito.

**Palavras-chave:** bibliometria; enzimas pectinolíticas; fermentação com resíduos agroindustriais.

## Resumen

La pectinasa, una enzima responsable de la hidrólisis de la pectina, ha adquirido una relevancia significativa debido a sus múltiples aplicaciones en diversas industrias, desde la industria alimentaria hasta la industria de biocombustibles. En el contexto del mercado global de enzimas, el uso de cepas fúngicas en procesos de fermentación se ha destacado como uno de los enfoques principales para la producción de pectinasa. Esta estrategia ofrece la ventaja adicional de utilizar residuos agroindustriales, como por ejemplo, aprovechar el potencial de las cáscaras de naranja como sustrato en este proceso. El objetivo de este artículo es presentar un análisis bibliométrico que destaque las tendencias emergentes en la industria de producción de pectinasa. Para ello, se utilizaron el sitio web *Web of Science* y el software *VOSViewer* para realizar el análisis bibliométrico, abarcando documentos publicados en los últimos diez años. La investigación incluyó la identificación de los principales países, autores, instituciones y palabras clave relacionadas con el tema. De los 108 documentos analizados, se observó que la mayoría se incluye en las categorías de "microbiología aplicada a la biotecnología" y "tecnología de ciencia de alimentos". Cabe destacar que el año 2018

tuvo el pico más alto de publicaciones (14 documentos), mientras que el año 2016 registró el menor número (8 documentos). Brasil e India se destacaron como los países con mayor número de documentos, totalizando 24 y 22 publicaciones, respectivamente. Además, las palabras clave más frecuentes fueron "pectinasas" (142 ocurrencias) y "fermentación en estado sólido" (53 ocurrencias). En resumen, el análisis bibliométrico proporciona información valiosa sobre la producción de pectinasa, enfatizando su relevancia y amplia gama de aplicaciones industriales. Sin embargo, es evidente la escasez de investigaciones centradas en la producción de estas enzimas a partir de residuos agroindustriales, lo que resalta la necesidad de una mayor investigación en esta área.

**Palabras clave:** bibliometria; enzimas pectinolíticas; fermentación con residuos agroindustriales.

## Abstract

The pectinase, an enzyme responsible for pectin hydrolysis, has gained significant relevance due to its multiple applications in various industries, ranging from the food industry to the biofuel industry. Within the global enzyme market, the use of fungal strains in fermentation processes has emerged as one of the primary approaches for pectinase production. This strategy offers the additional advantage of utilizing agro-industrial waste, such as exploring the potential of orange peels as a substrate in this process. The objective of this article is to present a bibliometric analysis that highlights emerging trends in pectinase production industry. The *Web of Science* website and *VOSViewer* software were employed to conduct the bibliometric analysis, covering documents published in the last ten years. The investigation encompassed the identification of key countries, authors, institutions, and keywords related to the subject. Among the 108 analyzed documents, the majority fell within the categories of "applied microbiology in biotechnology" and "food science technology." It is noteworthy that the year 2018 witnessed the highest number of publications (14 documents), while 2016 had the lowest (8 documents). Brazil and India stood out as the countries with the highest number of publications, totaling 24 and 22 respectively. Furthermore, the most frequent keywords were "pectinases" (142 occurrences) and "solid- state fermentation" (53 occurrences). In summary, the bibliometric analysis provides valuable insights into pectinase production, emphasizing its significance and wide range of industrial applications. However, there is a noticeable scarcity of research focused on producing these enzymes from agro- industrial waste, underscoring the need for further investigation in this area.

**Keywords:** bibliometrics; pectinolytic enzymes; fermentation with agroindustrial waste.

## Introdução

As enzimas são substâncias presentes nas células dos organismos vivos em pequenas quantidades, capazes de acelerar reações químicas sem sofrerem alterações. Em comparação com os catalisadores químicos, as enzimas apresentam diversas vantagens, como alta especificidade, eficiência catalítica e atividade ajustável. Isso tem impulsionado seu amplo uso nas indústrias farmacêutica, química

e alimentícia (PIRES-CABRAL *et al.*, 2010; YÜCEL *et al.*, 2011). A pectinase tem se destacado como uma enzima que quebra a pectina presente nas paredes celulares vegetais, despertando interesse global como catalisador biológico em diversos processos industriais, como a produção de sucos clarificados, liquefação de biomassa vegetal, fabricação de papel, além de fermentação de café e chá (KASHYAP *et al.*, 2001). Com uma participação de 25% no mercado global de enzimas para alimentos e bebidas, a pectinase é uma das enzimas mais comercializadas no setor biotecnológico (AMIN *et al.*, 2019).

A maior parte da demanda industrial por enzimas é suprida por microrganismos. Devido ao seu rápido crescimento, curto tempo de vida e facilidade de manipulação genética, os microrganismos são preferidos na indústria para a produção de enzimas. Empresas concorrentes fornecem enzimas microbianas padronizadas e comercializadas (HAILE *et al.*, 2022). As enzimas microbianas podem ser obtidas por processos fermentativos como fermentação em estado sólido (FES) e fermentação submersa (FSm) amplamente utilizadas na produção de pectinases por microrganismos (JOHN *et al.*, 2020).

O presente trabalho teve como objetivo apresentar as tendências emergentes nas pesquisas e indústria de produção de pectinase, incentivando os pesquisadores a desenvolver novas estratégias e explorar diversas aplicações dessas enzimas. Além disso, destaca-se a importância de compreender as diferentes fontes de pectinases, as suas estratégias de produção e a exploração de possíveis substratos alternativos para o processo de fermentação.

## Referencial teórico

A pectinase é uma enzima com a propriedade de realizar a quebra da pectina, que por sua vez é um polímero complexo presente na parede celular de plantas (com destaque para frutas e vegetais). Uma das propriedades de relevância da pectina é sua composição - uma mistura de diversos polissacarídeos e no mínimo 65% de ácido galacturônico, o que a confere propriedades espessantes, estabilizantes, emulsificantes e gelificantes (RÊGO *et al.*, 2019). Durante investigações iniciais do composto no ano de 1908, foi observado que a pectina era uma das responsáveis pela turbidez de sucos, por exemplo (CANTERI; WOSIACKI; SCHEER, 2012). Desde então, a

pectinase se sobressaiu não só na indústria alimentícia como na têxtil, de celulose, de detergentes e até mesmo de biocombustíveis (Quadro 01).

**Quadro 01:** Principais aplicações industriais da pectinase e seus diferentes usos.

<b>Tipo de Indústria</b>	<b>Aplicações</b>
Indústria Alimentícia	Utilizada nos processos de clarificação, filtração e saborização de sucos, geleias e vinhos. Também é utilizada para melhorar a extração, a estabilidade dos produtos e reduzir o tempo de processamento
Indústria Têxtil	Pré-tratamento e acabamento de tecidos de algodão e linho para remover impurezas e melhorar a aparência do produto final
Indústria da Celulose/Papel	Elevar a eficiência do branqueamento do papel
Indústria de Detergentes	Incluída como aditivo em alguns produtos para melhorar a remoção de manchas em tecidos
Indústria de Biocombustíveis	A aplicação ocorre no processo de produção de etanol a partir de matérias-primas ricas em pectina, como resíduos agrícolas, com o intuito de reduzir a pectina em açúcares menores - melhorando o rendimento e eficiência do processo

**Fonte:** adaptado de Santi, Berger e da Silva (2014); Melo (2021).

A fonte da enzima se dá através da digestão extracelular de organismos como bactérias, fungos filamentosos, leveduras, protozoários, e até mesmo insetos (YANG *et al.* 2019). Porém, os fungos filamentosos, principalmente os do gênero *Aspergillus*, ganham notoriedade por sua alta taxa de metabolização externa e produtividade (grande quantidade de enzimas em curtos intervalos de tempo) e seu cultivo fácil e econômico. Uma questão a se observar é que fatores como a temperatura, composição do meio, disponibilidade de água, pH e concentração de inóculo são determinantes para a otimização da produção da pectinase (RIGO *et al.*, 2021).

Tendo em vista que as enzimas pectinolíticas representam cerca de 10% do total de enzimas produzidas em todo o mundo (HUANG *et al.*, 2019), nas últimas décadas, as indústrias estão constantemente buscando os melhores métodos de produção de pectinase (DA SILVA *et al.*, 2021). Dessa forma, existem dois métodos fermentativos mais difundidos: a fermentação em estado sólido (FES) e a fermentação submersa (FSm). Na FES, o crescimento fúngico é estimulado em um substrato sólido com o mínimo de água livre possível, com baixo volume de efluentes e condições de crescimento extremamente similares à dos ambientes naturais (MACIEL, 2009; PITOL *et al.*, 2016). Já na FSm os microrganismos são inseridos num meio líquido com pH e temperatura monitorados, com o método ganhando destaque pela maior facilidade de manipulação das condições de cultivo, mas ficando em

desvantagem em relação à FES por produzir um maior volume de efluentes (RIGO, 2021).

Atualmente, a FES está sendo vista como uma proveitosa oportunidade de reaproveitamento de resíduos agroindustriais (subprodutos gerados durante o processamento de produtos agrícolas, como frutas, vegetais e grãos) que poderiam ser descartados incorretamente em lugares como aterros sanitários e causar problemas ambientais (CAVALCANTE *et al.*, 2018). Isso porque a biomassa de materiais como cascas de fruta é rica em açúcares fermentáveis e nutrientes, tornando esses resíduos possíveis substratos para fermentação e ocorrendo síntese de diversos produtos (SANTOS, 2018).

Considerando essa questão, um resíduo que merece ser objeto de discussão é a casca de laranja, uma das frutas mais produzidas no mundo graças ao mercado do suco de laranja. Segundo dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) e o Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE), o Brasil produziu entre julho de 2021 e julho de 2022 cerca de 16,90 milhões de toneladas de laranja (31% da produção mundial), sendo o líder mundial no mercado seguido de países como a China e o México (Tabela 1)

**Tabela 01:** Os cinco países com maior produção de laranjas entre julho de 2021 e julho de 2022.

Países	Quantidade produzida (em milhões de toneladas)
Brasil	16,90
China	7,55
União Europeia	6,09
México	4,28
Estados Unidos	3,45

Fonte: ETENE (2022).

## Metodologia

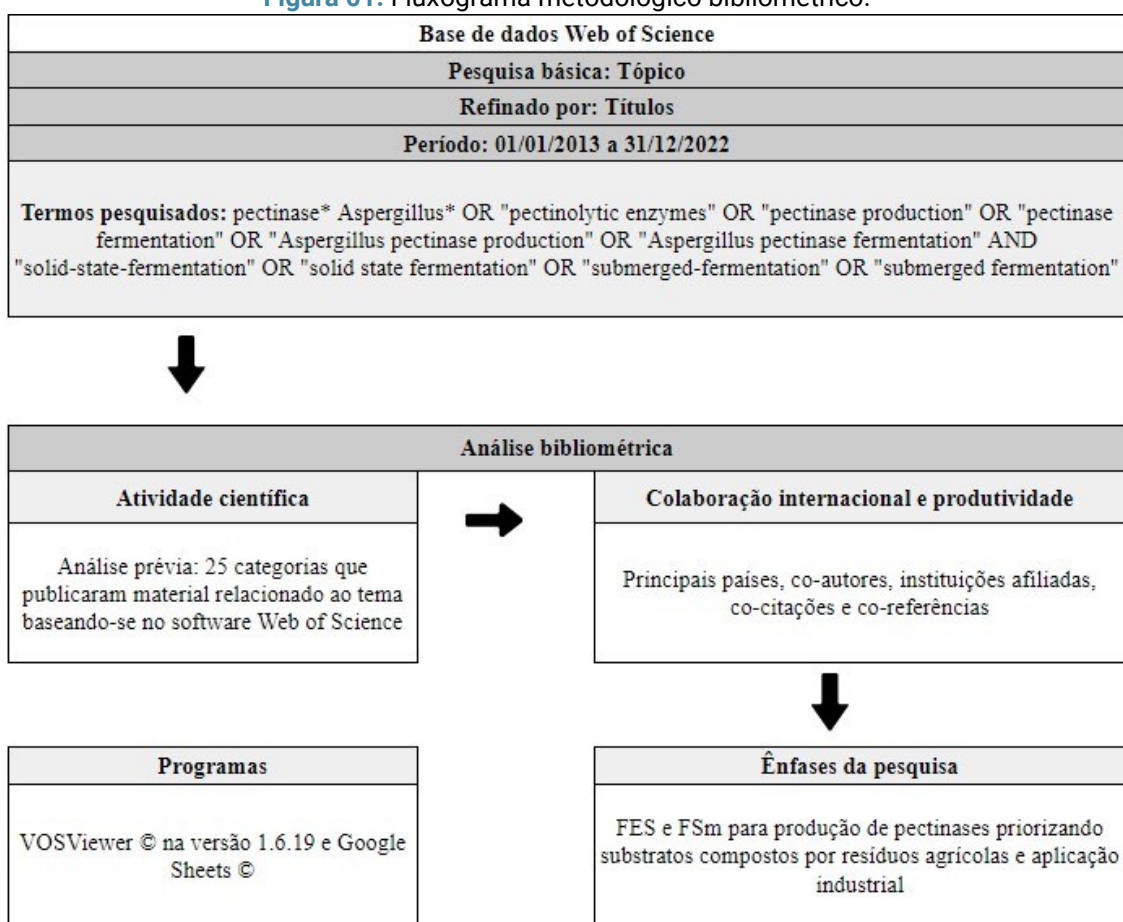
O presente artigo constituiu uma análise bibliométrica como estudo comparativo de natureza quantitativa, realizada com o objetivo de explorar o uso de fungos do gênero *Aspergillus* para produção de pectinase.

A bibliometria é uma abordagem de análise quantitativa que tem como objetivo mensurar e examinar a produção científica e a disseminação do conhecimento em um campo específico de estudo (MACIAS-CHAPULA, 1998). Dessa forma, no âmbito das pesquisas bibliométricas, uma das bases de dados amplamente utilizadas é a *Web of Science*, uma plataforma online que reúne documentos de diversas áreas do

conhecimento e que permite a exportação de metadados para realização da bibliometria. Neste estudo, o banco de dados da *Web of Science* acessado por meio do sistema do CAFe da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) foi empregado para a obtenção dos dados necessários. A coleta de dados foi realizada no dia 15 de abril de 2023, buscando documentos científicos publicados sobre a temática. Os dados foram coletados do banco de dados do *Web of Science* acessado por meio do sistema do CAFe da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e extraídos em formato "Text".

Considerando um critério de inclusão baseado no título, resumo e palavras-chave e o uso dos operadores booleanos OR e AND, as *strings* de busca foram pectinase\* e *Aspergillus\** para o título e "pectinolytic enzymes" OR "pectinase production" OR "pectinase fermentation" OR "fungal pectinases" OR "industrial pectinases" OR "Aspergillus pectinase production" AND "solid-state-fermentation" OR "solid state fermentation" OR "submerged-fermentation" OR "submerged fermentation". A pesquisa abrangeu um período de dez anos, de 01/01/2013 a 31/12/2022, e utilizou termos em inglês para obter um maior número de documentos, considerando que é uma linguagem adotada internacionalmente. Esses dados foram posteriormente filtrados por meio da leitura do resumo para verificar o enquadramento na proposta do artigo e organizados de maneiras variadas, incluindo gráficos, tabelas e mapas, por meio do uso do software VOSViewer. Essa ferramenta auxiliou na visualização e análise dos dados (número de publicações anualmente, principais países e autores e principais palavras-chave utilizadas), possibilitando a identificação de padrões e tendências relevantes (Figura 01).

**Figura 01:** Fluxograma metodológico bibliométrico.



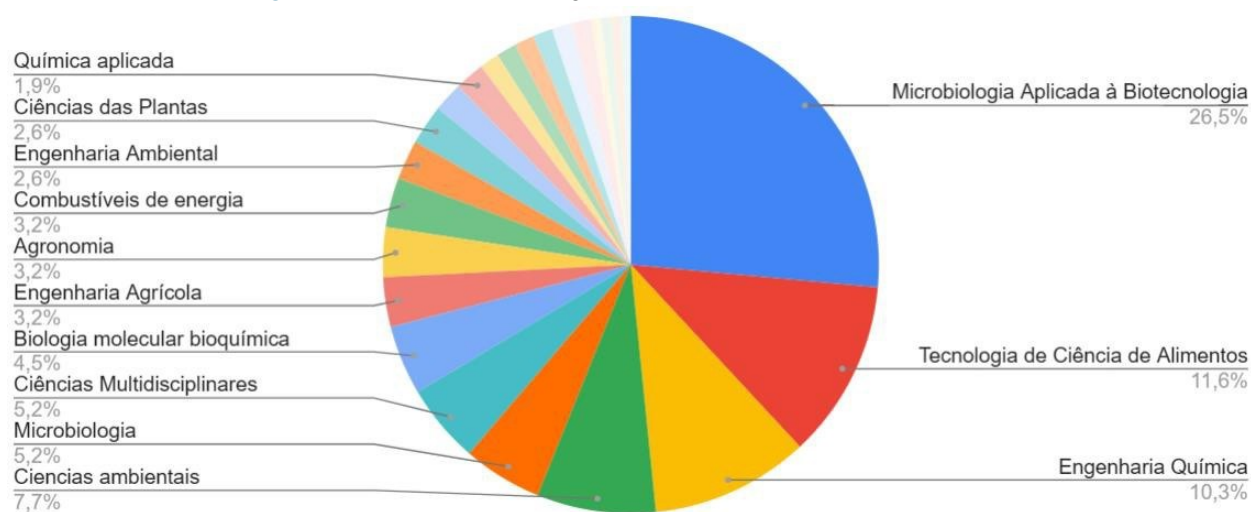
Fonte: própria (2023).

## Resultados e discussão

Na busca realizada a partir da plataforma *Web of Science* foram encontrados um total de 108 documentos publicados no período de 2013 a 2022 distribuídos em cinco subáreas principais: “microbiologia aplicada à biotecnologia”, “tecnologia de ciência de alimentos”, “engenharia química”, “ciências ambientais” e “microbiologia”, representando 61,3% do total (Figura 02). Esses resultados podem ser associados ao fato de que apesar de haverem diversas aplicações industriais da pectinase, a indústria de alimentos ainda é um grande pilar da produção de enzimas no geral.



**Figura 02:** Gráfico das categorias dos documentos identificados.

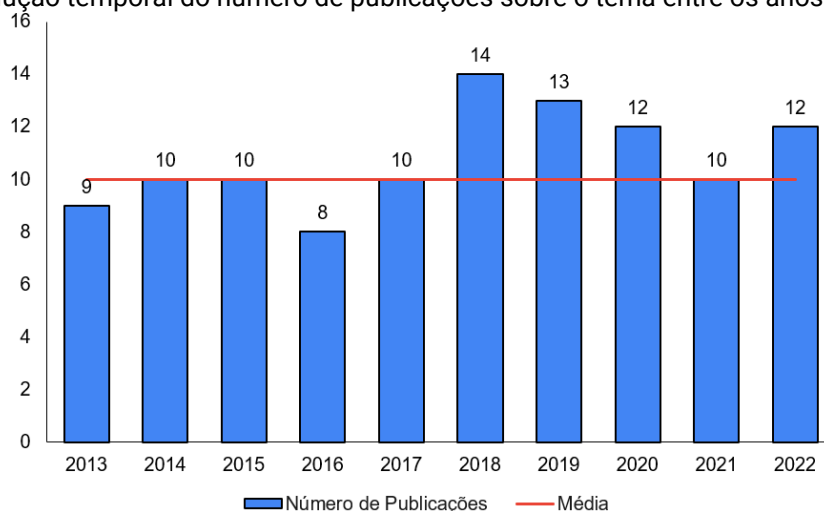


**Fonte:** adaptado de Web of Science (2023).

Em relação ao número de publicações por ano sobre o tema estudado, percebeu-se por meio da análise bibliométrica que não houve grande amplitude do número de publicações ao longo dos anos (Figura 03), com 2016 sendo o ano com menos publicações (8 documentos) e 2018 o pico de publicações (14 documentos). Um comportamento a ser observado é o fato de que a partir de 2017 foram lançados no mínimo 10 documentos por ano, demonstrando um aumento de interesse no campo de pesquisa que também pode ser associado ao avanço tecnológico crescente na área. Pelo fato de o ano corrente de 2023 ainda não ter sido concluído, não foram identificados documentos publicados neste ano.

Além disso, a produção de enzimas a partir de fontes renováveis e não poluentes está alinhada com as preocupações globais com a preservação do meio ambiente e com a busca por soluções que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e o consumo de recursos não renováveis. A pesquisa em produção de pectinases pode contribuir para o desenvolvimento de tecnologias mais limpas e sustentáveis, com impactos positivos na economia, sociedade e meio ambiente.

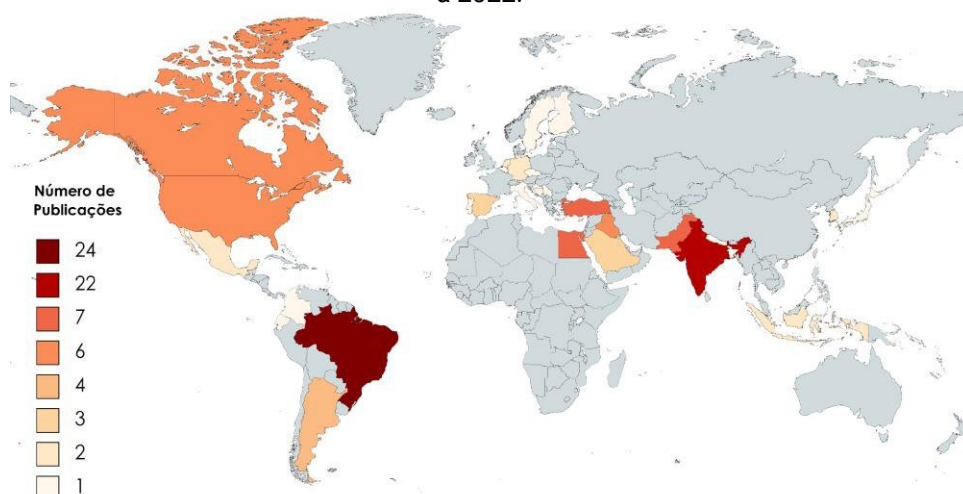
**Figura 03:** Evolução temporal do número de publicações sobre o tema entre os anos de 2013 e 2022.



Fonte: adaptado de Web of Science (2023).

Por meio da elaboração de um mapa com os países que mais contribuíram com pesquisas do tema (Figura 04), observou-se que os cinco países com maior número de documentos foram o Brasil (24 documentos), a Índia (22 documentos), a Malásia (9 documentos), o Egito (7 documentos) e o Paquistão (7 documentos), sendo que o Brasil e Índia somados representam mais de 35% do número de participações. Isto pode ser associado ao fato de ambos os países terem a agricultura como pilares de suas respectivas economias, havendo desta forma a busca por alternativas de aproveitamento tecnológico de resíduos agroindustriais. Portanto, embora o Brasil não seja o país que mais investe na produção de pectinases, a disponibilidade de matérias-primas e o interesse em aproveitá-las de forma sustentável tem impulsionado a pesquisa e a aplicação dessa enzima no país (ANSILIERO *et al.*, 2021).

**Figura 4:** Mapa de países com maiores frequências de publicação sobre o tema entre os anos de 2013 a 2022.



Fonte: Mapchart (2023).

Adicionalmente, durante a análise específica do uso da casca de laranja como substrato de fermentação, ao examinar os títulos e resumos dos trabalhos observou-se que 18 publicações (aproximadamente 17% do total) abordaram diretamente o reuso desse resíduo para a produção de pectinases. Esta representatividade evidencia o interesse crescente nesse tema, especialmente considerando que 10 dessas publicações surgiram a partir de 2020, indicando uma tendência recente de estudos nessa área. Além da casca de laranja, foram identificados outros 31 documentos que exploraram o uso de diferentes resíduos agroindustriais como substrato para a produção de pectinases. Entre eles, destacam-se o farelo de trigo, resíduo de manga, resíduo de banana, cereja de café, resíduo de beterraba e bagaço de uva, ampliando ainda mais as possibilidades de aproveitamento desses materiais na produção de enzimas pectinolíticas.

As redes bibliométricas de co-autoria são úteis para entender as dinâmicas de colaboração na área estudada e para identificar possíveis redes de colaboração entre autores. Para este parâmetro foi estabelecido um limite para que cada autor tivesse no mínimo 3 publicações para obter uma rede relevante de autores. Desta maneira, foi possível observar que existem cinco *clusters* de autores com grande número de colaborações (Quadro 02), com o Brasil com dois desses *clusters* e liderando este parâmetro.

**Quadro 02:** Cinco maiores clusters de co-autoria.

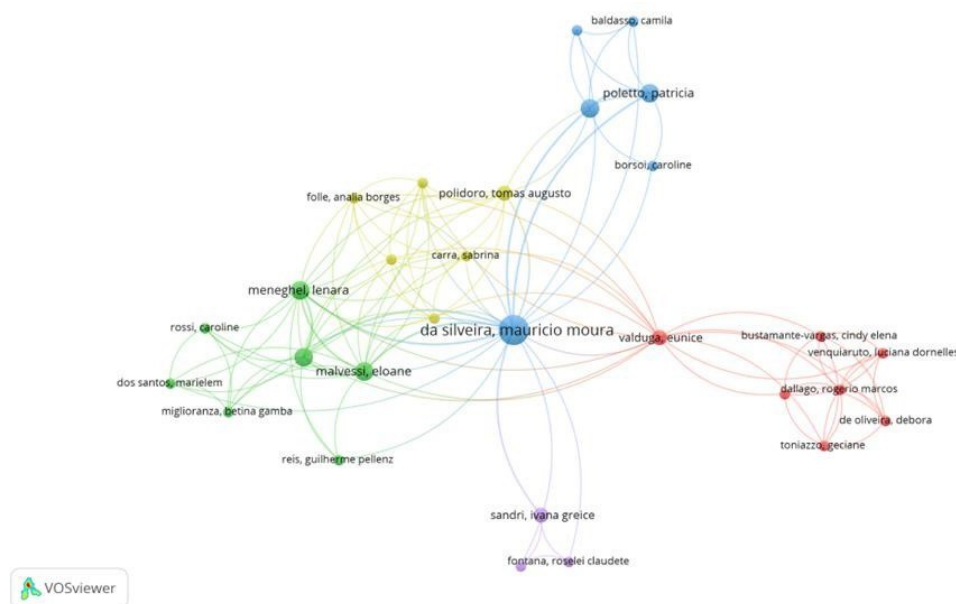
<b>Representante</b>	<b>Número de conexões do representante</b>	<b>País</b>	<b>Área de estudo do representante</b>
Maurício Moura da Silveira	22	Brasil	Bioprocessos e bioengenharia
Wensheng Qin	15	Canadá/China	Enzimas microbiológicas e biocombustíveis
Canan Tati	14	Turquia	Fermentação para produção de enzimas
Alessandra Biz	12	Canadá/Brasil	Bioengenharia
Mark Arentshorst	10	Holanda	Fungos filamentosos, microbiologia, e biotecnologia

**Fonte:** adaptado de VOSviewer (2023).

Além disso, foi possível verificar a ausência de conexões entre autores de países diferentes na rede de colaboração analisada (Figura 05). Ao invés disso, identificou-se apenas uma rede de colaborações entre *clusters* brasileiros, o que

indica uma intensa colaboração interna entre pesquisadores brasileiros na área estudada. É importante destacar que a falta de conexões com autores de outros países pode sugerir uma limitação na internacionalização das pesquisas relacionadas ao tema de interesse, bem como possíveis oportunidades para estabelecimento de parcerias e colaborações internacionais.

**Figura 05:** Redes de colaboração de grupos de autores nos documentos analisados.



**Fonte:** VOSviewer, elaborada pelo autor (2023).

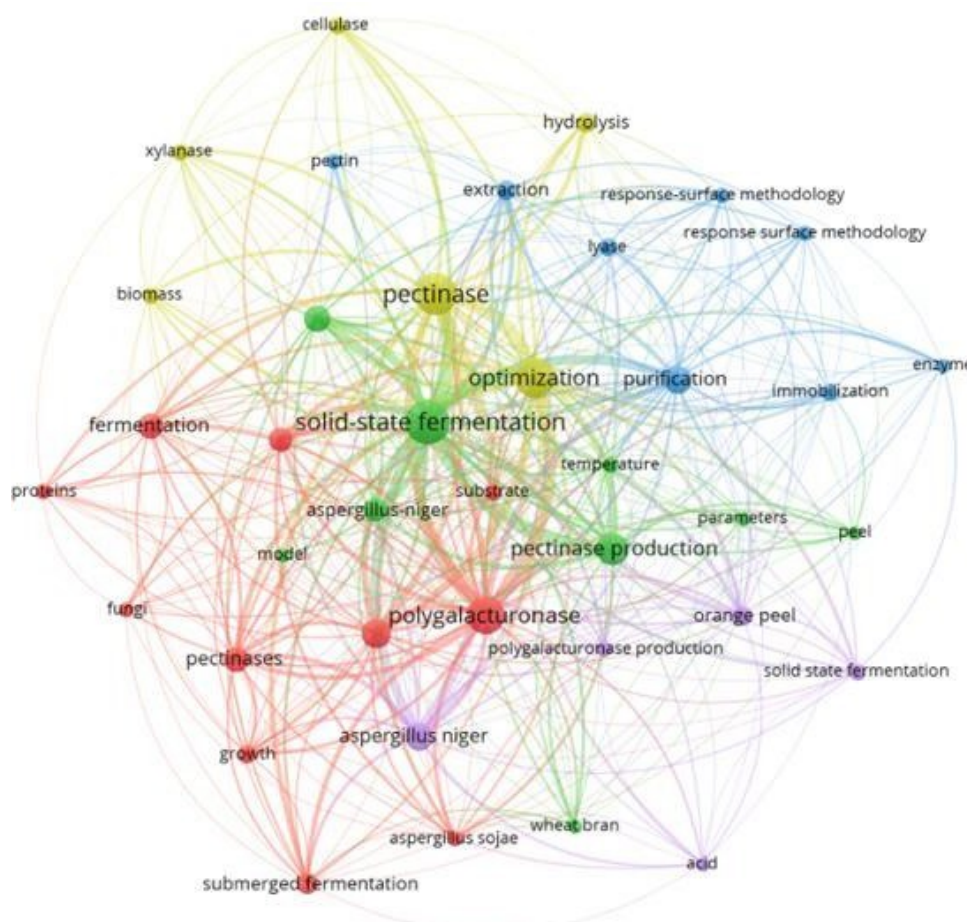
Para identificar as instituições que mais produzem documentos sobre o tema analisado, foi considerado um limite de no mínimo duas publicações para criação da rede de conexões, resultando num grupo de 27 universidades. Dessa forma, o *National Research Centre* - uma das maiores instituições de pesquisa egípcia - teve o maior número de publicações (6), a maioria destas sendo de 2017. A indústria agroalimentar e de bebidas é significativa no Egito, semelhante ao cenário brasileiro. A utilização de enzimas como a pectinase é uma estratégia eficaz para aprimorar a qualidade e o rendimento desses produtos, o que pode explicar a relevância crescente de estudos nessa área no país.

Além disso, foi observada uma pequena rede de colaboração entre três universidades: *North Carolina Agricultural and Technical State University* (Estados Unidos), *National Research Centre* (Egito) e *Ain Shams University* (Egito) (Dados não mostrados). Essas colaborações podem ser atribuídas à organização americana *America-Mideast Educational and Training Services* (AMIDEAST) que trabalha para

fortalecer o entendimento mútuo e a cooperação entre os americanos e os povos do Oriente Médio e Norte da África e para oferecer oportunidades de aprendizado e treinamento.

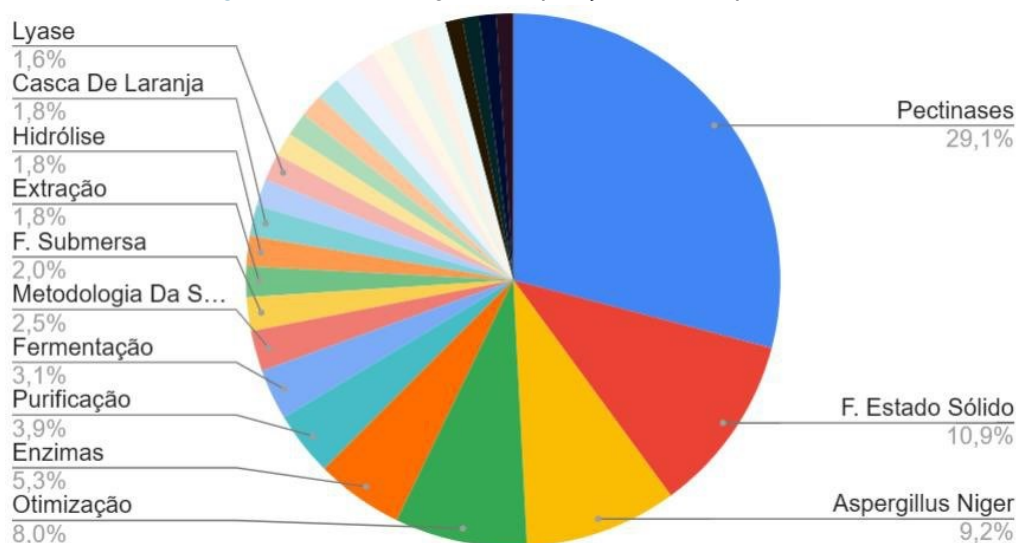
Por fim, as redes de coocorrência de palavras-chave são frequentemente utilizadas para identificar quais os principais temas abordados em um conjunto de documentos ou artigos científicos. Para a criação da rede no estudo bibliométrico, foram consideradas apenas as palavras que apareciam no mínimo cinco vezes para obtenção dos termos principais. As palavras-chave de maior relevância sobre a temática estudada (Figura 06) foram “*pectinases*” (142 ocorrências), “*solid-state fermentation*” (53 ocorrências) e “*aspergillus niger*” (45 ocorrências). A frequência de aparição das palavras na análise de coocorrência (Figura 07) sugere que a filtragem dos termos de busca no *Web of Science* foi suficientemente específica para delimitar o universo dos documentos identificados, já que todas as palavras encontradas fazem parte da produção de pectinases por fermentação utilizando fungos *Aspergillus*.

**Figura 06:** Palavras-chave de maior frequência.



**Fonte:** VOSviewer, elaborada pelo autor (2023).

Figura 07: Porcentagem de aparição de cada palavra.



Fonte: adaptado de *Web of Science* (2023).

## Considerações finais

Em conclusão, a análise bibliométrica revela informações preciosas acerca da produção de pectinases, enfatizando sua importância e a diversidade de suas aplicações nos setores industriais. Contudo, é evidente a escassez de estudos específicos sobre a produção dessas enzimas a partir de subprodutos agroindustriais, como a casca de laranja.

Apesar dessa lacuna na literatura, constata-se um aumento significativo da demanda por pesquisas nessa área no Brasil, indicando a necessidade de explorar alternativas mais sustentáveis para a gestão dos resíduos agroindustriais e otimizar a utilização dos recursos disponíveis. Esse crescimento estimula os pesquisadores a desenvolverem novas estratégias de produção de pectinases, explorando fontes de matéria-prima alternativas e maximizando seu potencial de aplicação.

Portanto, é crucial continuar investindo em pesquisas e estudos direcionados à produção de pectinases, a fim de preencher o espaço existente na literatura e atender à crescente demanda por soluções mais sustentáveis. Ao explorar fontes alternativas de matéria-prima e desenvolver novas estratégias de produção, podemos aprimorar a eficiência na produção de pectinases e impulsionar sua utilização em uma diversidade de aplicações industriais.

## Referências

ALMEIDA, S. L.; PEREIRA, L. F. S.; SILVA, F. M.; NOGUEIRA, A. F. G.; SANTOS, J. C. P.; SILVA, C. M.; M'BATNA, A. J. Aproveitamento, Características Fitoquímicas e Atividades Biológicas da Casca do Maracujá Amarelo (*Passiflora Edulis* F. *Flavicarpa* Degener): Uma Revisão Bibliográfica. In: AMARAL, J. F. (Org.). **Abordagens Interdisciplinares Sobre Plantas Medicinais e Fitoterapia: Saúde, Sustentabilidade e Biodiversidade**. 1ª ed. São Paulo: Editora Científica Digital, 2022. p. 118-128.

ALVES, R. O.; DE OLIVEIRA, R. L.; SANTOS, A. F. de M. S.; PORTO, T. S. Produção de celulases por *Aspergillus japonicus* URM5620 e *Aspergillus niger* URM5741 por diferentes processos fermentativos utilizando bagaço de cana-de-açúcar como substrato. **Revista Geama**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 44–50, 2020.

AMIN, F.; BHATTI, H.N. ; BILAL, Muhammad. Recent advances in the production strategies of microbial pectinases—A review. **International journal of biological macromolecules**, v. 122, p. 1017-1026, 2019.

ANSILIERO, R.; CANDIAGO, N. T.; COMUNELLO, H. H.; MORAES, J. D.; SIMON, G.; SOUZA, E. L. de. Alternativas para Aproveitamento de Resíduos de Frutas – Uma Revisão. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Videira**, [S. l.], v. 5, p. e24976, 2020.

Canal Agro. Origem da laranja. Estadão, São Paulo/SP. CANTERI, M. H., MORENO, L., WOSIACKI, G., & SCHEER, A. D. P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Polímeros**, v. 22, p. 149-157, 2012. DOI: 10.1590/S0104-14282012005000024.

CAVALCANTE, P. A. W.; COÊLHO, D. F.; SILVA, C. F.; ABUD, A. K. de S.; SOUZA, R. R. Utilização de resíduos lignocelulósicos na produção de celulases por *Aspergillus niger* em fermentação em estado sólido. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 14, n. 6, 2018. DOI: 10.14808/sci.plena.2018.064203.

CRUZ, V. A. **Efeito de bebidas enriquecidas com frutooligossacarídeos (FOS), produzidos pela linhagem *Aspergillus japonicus*-119, no trato intestinal de ratos Wistar**. 2011. 87 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2011.

DA COSTA, L. F. F.; DOS SANTOS, M. G.; MAFFESSONI, D. Avaliação do potencial de produção de pectinase a partir do resíduo da casca da maçã por fermentação de estado sólido / Evaluation of pectinase production potential from apple hand residue by solid state fermentation. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 27797–27811, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n3-472.

DA SILVA, C. C.; MENEZES, B. dos S.; LEITE, J. G. B. S.; DE ASSIS, F. G. do V.; LEAL, P. L. Utilização do bagaço de malte da indústria cervejeira como substrato para produção de pectinase por cogumelos / Utilization of beer spent grain from the brewing industry as substrate for mushroom pectinase production. **Brazilian Journal**

of **Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 4, n. 4, p. 5042–5060, 2021. DOI: 10.34188/bjaerv4n4-017.

DE HOLANDA, M. C. **Produção e caracterização parcial de pectinases de Aspergillus Niger por fermentação em Estado sólido da palma forrageira e da casca do maracujá**. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

DE SOUZA, G. S., KAEFER, G. G., IMBES, J. M., RISSI, J., & TRENTIN, R. F. **Revisão bibliográfica sobre o aproveitamento integral da laranja**. 34 f. TCC (Curso Técnico em Alimentos) – Instituto Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção brasileira de maracujá em 2021**. Embrapa, Ministério da Agricultura e Pecuária.

HAILE, S. Pectinase from microorganisms and its industrial applications. **The Scientific World Journal**, v. 2022, 2022.

HUANG, D., SONG, Y., LIU, Y., & QIN, Y. A new strain of *Aspergillus tubingensis* for high-activity pectinase production. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 50, p. 53-65, 2019.

JOHN, J. Advances in upstream and downstream strategies of pectinase bioprocessing: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 162, p. 1086-1099, 2020.

KASHYAP, D. R. et al. Applications of pectinases in the commercial sector: a review. **Bioresource technology**, v. 77, n. 3, p. 215-227, 2001.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, n. 2, v. 27, 1998.

MACIEL, H. C. M. **Produção e caracterização parcial de pectinases de Aspergillus Niger por fermentação em Estado sólido da palma forrageira e da casca do maracujá**. 2009. 102 p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos) – Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

MELO, N. E. T. **Desenvolvimento e aplicações de pectinases como" ferramentas" biotecnológicas**. 2021. 32 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

OMEJE, K. O.; NNOLIM, N. E.; EZEMA, B. O.; OZIOKO, J. N.; EZE, S. O. O. Synthetic dyes decolorization potential of agroindustrial waste-derived thermo-active laccase from *Aspergillus* species. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**. v. 29, p. 101800, 2020. DOI: 10.1016/j.bcab.2020.101800.

PIRES-CABRAL, P.; DA FONSECA, M. M. R.; FERREIRA-DIAS, S. Esterification activity and operational stability of *Candida rugosa* lipase immobilized in polyurethane foams



in the production of ethyl butyrate. **Biochemical Engineering Journal**, v. 48, n. 2, p. 246-252, 2010.

PITOL, L. O.; BIZ, A.; MALLMANN, E.; KIREGER, N.; MITCHELL, D. A. Production of pectinases by solid-state fermentation in a pilot-scale packed-bed bioreactor. **Chemical Engineering Journal**, v. 283, p. 1009-1018, 2016. DOI: 10.1016/j.cej.2015.08.046

RÊGO, A. P. B., CUNHA, J. R. B., SANTOS, R. S., DE ASSIS, F. G. D. V., & LEAL, P. L. Produção de enzimas CMCase e pectinase por processo fermentativo utilizando casca de café suplementada com manipueira como substrato. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 1, 2019.

RIGO, D.; GAYESKI, L.; TRES, G. A.; CAMERA, F. D.; ZENI, J.; VALDUGA, E.; CANSIAN, R. L.; BACKES, G. T. Produção Microbiológica de Enzimas: uma Revisão/Microbiological Production of Enzymes: a Review. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 9232–9254, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-624.

ROMBOUTS, F. M.; PILNIK, W. Pectinases and other cell-wall degrading enzymes of industrial importance. **Symbiosis**, 1986.

SANTI, L.; BERGER, M.; DA SILVA, W. O. B. Pectinases e pectina: aplicação comercial e potencial biotecnológico. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 11, n. 1, 2014.

SANTOS, A. F. A. dos; ANDRADE, V. D. de; CARDOSO, B. A.; SILVA, O. S. da; OLIVEIRA, R. L. de; PORTO, A. L. F.; PORTO, T. S.; PORTO, C. S. Bioprospecção de enzimas produzidas por *Aspergillus tamarii* URM 4634, isolado do solo da Caatinga, por fermentação em estado sólido / Bioprospecting of enzymes produced by *Aspergillus tamarii* URM 4634, isolated from Caatinga soil, by solid state fermentation. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 5, p. 25663–25676, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n5-135.

SANTOS, P. S. D., SOLIDADE, L. S., SOUZA, J. G. B., SAMPAIO, G., BRAGA JR, A. C. R., ASSIS, F. G. D. V. D., LEAL, P. L. Fermentação em estado sólido em resíduos agroindustriais para a produção de enzimas: uma revisão sistemática. **The Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC**, 2018.

VIDAL, M. F. Citricultura: Laranja. **Caderno Setorial ETENE**, v. 7, n. 241, 2022.

YANG, C., WANG, J., CHIO, C., CHEN, X., ZHANG, L., ZHANG, J., QIN, W. Low-cost recycling production of pectinase to increase the yield and quality of Muzao jujube juice by *Aspergillus niger*. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 14, n. 2, p. 104-116, 2020. DOI: 10.1002/bbb.2053.

YÜCEL, Y. Lipase immobilization and production of fatty acid methyl esters from canola oil using immobilized lipase. **Biomass and Bioenergy**, v. 35, n. 4, p. 1496-1501, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.018>

ZAVARISE, J. P.; PINOTTI, L. M. Advances in biochemical characterization of microbial lipases: a review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. e104942897, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i4.2897.

# AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA E PROPRIEDADES DO ALGINATO EXTRAÍDO DE *Laminaria hyperborea*

## EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DEL ALGINATO EXTRACTO DE *Laminaria hyperborea*

## EVALUATION OF STRUCTURE AND PROPERTIES OF EXTRACTED ALGINATE FROM *Laminaria hyperborea*

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.266-280>

### **Meirielly Jesus**

CISAS—Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal, [meiriellyjesus@ipvc.pt](mailto:meiriellyjesus@ipvc.pt)

### **Preciosa Pires**

CISAS—Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal, [ppires@estg.ipvc.pt](mailto:ppires@estg.ipvc.pt)

### **Fernando Mata**

CISAS—Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal, [fernandomata@ipvc.pt](mailto:fernandomata@ipvc.pt)

### **Aloia Romani**

Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Ciências, Universidade de Vigo, Ourense, Espanha, [aloia@uvigo.gal](mailto:aloia@uvigo.gal)

### **Elia Fernandes**

CISAS—Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal, [eliaf@estg.ipvc.pt](mailto:eliaf@estg.ipvc.pt)

### **Rúben Couto**

ESTG-IPVC - Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal, [rubencouto@estg.ipvc.pt](mailto:rubencouto@estg.ipvc.pt)

### **Manuela Vaz-Velho**

CISAS—Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal, [mvazvelho@estg.ipvc.pt](mailto:mvazvelho@estg.ipvc.pt)

## Resumo

O alginato é um polissacarídeo presente na matriz celular das algas castanhas e é utilizado amplamente em vários setores industriais devido as suas características, como espessante, estabilizante, dentre outras. Este estudo buscou otimizar métodos alternativos de extração de alginato de algas marinhas castanhas, utilizando a alga *Laminaria hyperborean* coletadas em Viana do Castelo, Portugal. Diversos agentes de extração e purificação foram testados, avaliando rendimentos de extração se sua caracterização estrutural. Soluções de NaOH+NaCl e Ca(OH)<sub>2</sub> foram usadas como agentes de extração, enquanto isopropanol e etanol foram usados na precipitação. A combinação de NaOH+NaCl e etanol aumentou o rendimento de extração 7 vezes maior que o obtido pelo agente de extração Ca(OH)<sub>2</sub> e etanol como o precipitante. Análises espectroscópicas percebidas que o alginato extraído de *L. hyperborea* é semelhante ao alginato comercial, com a presença dos ácidos manurônicos e urônicos característicos dessa substância. A evidência demonstra que *L. hyperborea* possui um potencial significativo como fonte comercialmente viável de alginato, especialmente quando se trata de sua aplicação em matrizes alimentares.

**Palavras-chave:** alginato; *L. hyperborea*; processos de extração.

## Resumen

El alginato es un polisacárido presente en la matriz celular de las algas pardas y es muy utilizado en varios sectores industriales por sus características, como espesante, estabilizante, entre otras. Este estudio buscó optimizar métodos alternativos de obtención de alginato a partir de algas pardas, utilizando el alga marina *Laminaria hyperborean* recolectada en Viana do Castelo, Portugal. Se estudiaron varios agentes de extracción y purificación, evaluando los rendimientos de extracción y su caracterización estructural. Una combinación de NaOH+NaCl y etanol aumenta o rinde la extracción 7 veces más que se obtiene un pelo agente de extracción Ca(OH)<sub>2</sub> y etanol como precipitante. Los análisis espectroscópicos encontraron que el alginato extraído de *L. hyperborea* es similar al alginato comercial, con la presencia de ácidos manurónico y urónico característicos de esta sustancia. Los resultados obtenidos demuestran que *L. hyperborea* presenta un gran potencial como una fuente interesante para la obtención de alginato, especialmente cuando se trata de su aplicación en matrices alimentarias.

**Palabras clave:** alginato; *L. Hyperborea*; procesos de extracción.

## Abstract

Alginate is a polysaccharide present in the cellular matrix of brown algae and is widely used in several industrial sectors due to its characteristics, as thickener, stabilizer, among others. This study sought to optimize alternative methods of obtaining alginate from brown seaweed, using the seaweed *Laminaria hyperborean* collected in Viana do Castelo, Portugal. Several extraction solvents and precipitation agents were tested, evaluating extraction yields and their characterization structure. NaOH+NaCl and Ca(OH)<sub>2</sub> solutions were used as extraction agents, while isopropanol and ethanol were used for precipitation. The combination of NaOH+NaCl and ethanol increased the extraction yield 7 times higher than that obtained by the extraction agent Ca(OH)<sub>2</sub> and

ethanol as precipitant. Spectroscopic analyzes found that alginate extracted from *L. hyperborea* is similar to commercial alginate, with the presence of mannuronic and uronic acids characteristic of this substance. Evidence demonstrates that *L. hyperborea* has significant potential as a commercially viable source of alginate, especially when it comes to its application in food matrices.

**Keywords:** alginate; *L. hyperborean*; extraction method.

## Introdução

As algas marinhas têm despertado interesse científico ao longo dos anos devido às suas biomoléculas valiosas, especialmente nos setores industriais, incluindo a indústria alimentar (Matos et al., 2021). A busca por alimentos saudáveis e sustentáveis tem impulsionado o uso de algas na alimentação humana, sendo as proteínas das algas consideradas mais adequadas ao consumo humano do que as dos vegetais devido à presença de aminoácidos essenciais (Fleurence 1999).

Existem cerca de 291 espécies de algas utilizadas pelo homem, com destaque para o setor alimentício e a produção de hidrocolóides, como carrageninas, alginatos e ágar. Além disso, as algas são empregadas na fabricação de produtos farmacêuticos, cosméticos, ração animal, fertilizantes e papel, devido ao seu conteúdo rico em ingredientes eficazes (White & Wilson, 2015). Segundo Rodrigues et al. (2015), as algas marinhas são consideradas uma matéria-prima importante para a produção de bioprodutos, divididas em combustíveis e não combustíveis. Os produtos não incluem carboidratos, lipídios, minerais, pigmentos e outros compostos bioativos (Chandra et al., 2019). Nas comunidades do Sudeste Asiático, as algas marinhas são amplamente utilizadas na dieta humana e, cada vez mais, têm se tornado uma fonte alimentar relevante na sociedade ocidental devido às suas qualidades nutricionais e farmacêuticas (Rodrigues et al., 2015).

O objetivo deste estudo foi otimizar diferentes agentes de extração e precipitação de alginato em algas pardas (*L. hyperborean*) colhidas na costa de Viana do Castelo, Portugal. Além disso, avaliar o rendimento e qualidade físico-químico do alginato obtido. Para isso, foram utilizadas soluções de NaOH+NaCl e Ca(OH)<sub>2</sub> como agentes de extração, enquanto isopropanol e etanol foram empregados na etapa de precipitação.

## Metodologia

### Matéria-prima e análise da composição química

Amostras de *L. hyperborean* foram coletadas na praia de Castelo de Neiva (41°37'09.9"N 8°48'46.7"W), Viana do Castelo, Portugal em abril de 2022. A alga foi obtida de águas costeiras para minimizar qualquer perda de umidade causada pela exposição solar. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em baldes e transportadas para o laboratório. Ao chegar ao laboratório, a alga passou por uma série de preparações para análise. Primeiro foi enxaguado extensivamente com água corrente potável para eliminar sal, areia e outras plantas marinhas e microcristais. Posteriormente, a alga foi submetida a secagem ao ar e posteriormente seca em estufa a 45 °C durante a noite. Depois de completamente seca, a alga foi moída para obter um tamanho de partícula uniforme, passando-a por uma peneira de 8 mm. Este processo de moagem garantiu consistência na composição. As amostras moídas resultantes foram então homogeneizadas para criar um único lote, minimizando quaisquer variações. A análise das amostras de algas foi realizada seguindo as normas da NREL (National Renewable Energy Laboratory), que determinam diversos parâmetros. Extrativos, umidade, cinzas e hidrólise ácida quantitativa foram alguns dos aspectos avaliados. Os extrativos foram determinados pelo método de extração Soxhlet com solventes água e etanol, seguindo o procedimento descrito por Jesus et al. (2017). Para a hidrólise ácida quantitativa, a fase líquida obtida do processo foi analisada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Essa análise teve como objetivo quantificar as concentrações de açúcares como glicose, xilana, galactana, manana, ramnose e fucoidanos. HPLC usou um detetor de índice de refração e uma coluna Aminex (BioRad) 87H (300×7,8 mm). O processo de eluição envolveu o uso de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,005 M como fase móvel a uma vazão de 0,6 mL/min e temperatura de 60 °C. Com base nos dados obtidos de HPLC, foram calculadas as concentrações de polissacarídeos (glucana, xilana e arabinana) presentes na alga. Após a hidrólise ácida quantitativa, a fase sólida remanescente foi medida gravimetricamente, permitindo a determinação da quantidade de resíduo sólido insolúvel. Os resultados obtidos em todas as análises foram registrados como percentagens de matéria seca (g/100 g de matéria-prima em estufa) para proteínas, polissacarídeos e cinzas. Essas medições

forneceram informações valiosas sobre a composição das amostras de algas marinhas.

### Quantificação de proteínas

Para encontrar o teor de proteína, foi utilizado o método de Kjeldahl, descrito pela AOAC (920.11G) (AOAC International, 1995). Amostras da alga de 0,6 g foram pesadas e submetidas à digestão ácida (Buchi) da proteína, à temperatura de 420 °C, com dois pellets catalisadores, ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e peróxido de hidrogênio 30% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Após a digestão, destilação e alcalinização para pH > 10 (Tecator) procedeu-se, com adição de hidróxido de sódio (NaOH+NaCl), coletando-se o destilado em solução de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) contendo os indicadores azul de metileno e vermelho de metila. Finalmente, o substrato aqui obtido foi titulado com uma solução padrão de ácido clorídrico (HCl), permitindo o cálculo da quantidade de nitrogênio na amostra. O teor de proteína foi calculado pela conversão do teor de nitrogênio total, multiplicado por um fator de conversão global (6,25×N) (FAO, 2012).

### Extração e quantificação de alginato

Inicialmente, a alga foi submetida a dois tratamentos prévios (organo-solvente e ácido) para remoção de pigmentos, compostos fenólicos e proteínas. Para isso, foram utilizados 400 mL de etanol 96 % para 50 g de alga e mantido em agitação por 2 h a 30 °C. Após este tratamento, a mistura foi filtrada e o sólido foi seco a 45 °C durante a noite. Em seguida, os sólidos secos foram submetidos à extração com 200 mL de HCl 0,2 M por 10 min sob agitação em banho-maria a 30 °C (Fertah et al., 2017). Após a extração, a mistura foi filtrada e os sólidos foram lavados com água destilada e secos a 45 °C até peso constante. Neste estudo, soluções de NaOH + NaCl (0,2 M e 0,1 M, respectivamente) e Ca(OH)<sub>2</sub> (0,1 M) foram utilizadas como agentes de extração e isopropanol e etanol 96 % para precipitação. Assim, NaOH + NaCl (38 mL + 30 mL, respectivamente) ou Ca(OH)<sub>2</sub> (68 mL) foram misturados com 7,5 g de algas secas pré-tratadas e 50 mL de água destilada, e foram mantidos em agitação por 1 h a 35 °C. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 4.000 x g por 20 minutos e o sobrenadante foi submetido à precipitação com etanol ou isopropanol (1:1 v/v), o precipitado foi mantido em refrigeração (4 °C) durante a noite. Após este processo, o

precipitado foi centrifugado e o pellet foi mantido a 45 °C até a evaporação do solvente. Em seguida, as amostras foram congeladas a -80 °C e submetidas à liofilização. O rendimento de alginato e resíduo foi calculado de acordo com a seguinte equação (1).

$$\% \text{ Rendimento (alginato)} = \frac{\text{Peso final de matéria seca final de alginato}}{\text{matéria seca de algas marinhas antes da extração}} \times 100 \quad (1)$$

### **Análise de microscopia eletrônica de varredura**

Micrografias da matéria-prima, alginatos e resíduo sólido após a extração do alginato foram obtidas usando um microscópio eletrônico de varredura de emissão de campo (FEG- SEM) (Jeol JSM-7001F). As imagens foram obtidas com tensão de 5 kV e aumento de 400x (Figura 1). As amostras para observação qualitativa foram previamente revestidas com uma camada de liga Au-Pd para evitar o acúmulo de carga elétrica durante a observação. A espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS) também foi realizada em amostras não revestidas para permitir a análise elementar das fases presentes sem interferência da liga.

### **Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)**

Os grupos químicos e arranjos de ligação dos constituintes da alga, alginato e resíduos residuais obtidos após o teste de extração do alginato foram determinados por espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) usando um espectrômetro de infravermelho Nicolet (iS20) equipado com uma reflectância total (ATR) composto de diamante atenuado. O espectro FTIR foi obtido operando com uma resolução de 4 cm<sup>-1</sup>, 30 varreduras e uma faixa de frequência de 4000–400 cm<sup>-1</sup>.

### **Difração de raios X**

Um difratômetro de raios X convencional (Bruker D8 Advance DaVinci, Karlsruhe, Alemanha) foi usado com radiação Cu-K $\alpha$  filtrada por Ni ( $\lambda=0,15418$  nm) produzida a 40 kV e 30 mA, com um detector linear (Lynxeye 1-D), para realizar a análise XRD. Os conjuntos de dados foram registados na faixa de 5° e 60° (2 $\theta$ ) em passos de 0,02° (2 $\theta$ ), 0,5 s por passo e uma taxa de rotação de 15 rpm. O refinamento de Rietveld foi realizado usando TOPAS 5.0 (Bruker AXS, Karlsruhe, Alemanha) com a



abordagem de parâmetros fundamentais usada para quantificação de fase. O óxido de zinco foi utilizado como padrão interno para a quantificação da fase amorfa.

### Análise da Viscosidade Aparente em Soluções Aquosas de Alginato

Para a análise da viscosidade aparente, as amostras liofilizadas são diluídas em água destilada a 2%, agitadas por 1 h e posteriormente deixadas em repouso para análise por 12 h, a 4 °C. A viscosidade aparente é avaliada em um viscosímetro de bancada (HAAKE modelo RheoWin 4.30.0011, Begin) usando um sistema de placas cônicas, sob uma taxa de cisalhamento entre 10 e 100 s<sup>-1</sup> a 25 °C. Os resultados são plotados em gráficos de viscosidade aparente (mPa s<sup>-1</sup>) em função da taxa de cisalhamento (s<sup>-1</sup>).

## Resultados e discussão

A composição química (Tabela 1) das algas estudadas (expressa em g por 100 g de algas secas em estufa ± desvio padrão baseado em três determinações repetidas). As cinzas representam a maior proporção da matéria-prima da alga seca, representando 33,78% da matéria seca. Esses resultados concordam com os encontrados por outros autores para *L. hyperborean* (Rajauria et al., 2021). As proteínas e extrativos em etanol compõem 11,55 e 10,97% de algas secas, respectivamente. Os polissacarídeos (glicose, xilana, galactana, manana, ramnose e fuicoidanos) representam 18,55% da matéria-prima. Segundo Bonfim-Mendonça et al. (2017), algas marrons do gênero laminaria, apresentam grande potencial como fonte de biomassa para obtenção de polissacarídeos como os β-glucanos, que são o segundo maior componente armazenador atrás apenas do carbono.

**Tabela 01:** Composição química e teor de minerais das algas marrons estudadas (g de componente por 100 g de matéria-prima base seca em estufa).

Composição de <i>Laminaria hyperborean</i>	
Composição	g / 100 g
Cinzas	33,78 ± 0,07
Proteína bruta	11,55 ± 0,03
% Extrativos em água	56,18 ± 0,77
Ramnose	9,35 ± 0,17
% Extivos em etanol	10,97 ± 1,00

Glucano	32,85 ± 0,87
Xilano/Galactano/Manano	6,11 ± 0,42
Fucoïdan	1,52 ± 0,14
Resíduos insolúveis em ácido	1,57 ± 0,19

Fonte: própria (2023).

### Extração e precipitação de alginato de *Laminaria hyperborean*

Os pré-tratamentos que empregaram solventes orgânicos e ácidos eliminam todos os componentes não estruturais das algas marinhas. A primeira etapa envolveu a remoção de pigmentos, proteínas e polifenóis das algas com etanol 95% seguido de tratamento com ácido clorídrico (HCl), conforme descrito na metodologia. Em seguida, o resíduo livre destes compostos foi submetido a o estudo da extração de alginato, onde o rendimento de cada extração de alginato é apresentado na Tabela 2. Os alginatos obtidos foram caracterizados e comparados com o alginato comercial.

**Tabela 2:** Rendimento da extração de alginato de *Laminaria hyperborean* por NaOH+NaCl ou Ca(OH)<sub>2</sub> e precipitado por etanol ou isopropanol (% da matéria prima base seca em estufa).

Extração de alginato de <i>Laminaria hyperborean</i>		
Precipitation agent	NaOH + NaCl	Ca(OH) <sub>2</sub>
	Rendimento (g / 100g)	Rendimento (g / 100g)
Isopropanol	10,43 ± 0,4	1,54 ± 0,05
Etanol	12,08 ± 0,31	1,66 ± 0,11

Fonte: própria (2023).

Os maiores rendimentos de extração de alginato foram obtidos usando NaOH + NaCl como agente de extração. Além disso, o isopropanol apresentou uma pequena diferença no rendimento em relação ao alginato extraído com etanol. Esses rendimentos máximos de extração representaram 10,43% (m/m) e 12,08% (m/m) com isopropanol e etanol, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Fenoradosoa et al. (2010), com 10 % de extração de alginato a partir de *Sargassum turbinarioides* e superiores aos obtidos com *Sargassum angustifolium* por Borzjani et al., (2017) com 3,4%.

### Caracterização da estrutura de alginatos extraídos de *Laminaria hyperborean*

#### Análise SEM e composição química de amostras de algas marinhas por EDS

A composição elementar da *L. hyperborean*, alginatos e resíduo sólido após a extração foi determinada por EDS (Tabela 3). Os elementos predominantes nas amostras de algas foram S, K e C, enquanto para as amostras de alginato os principais

átomos encontrados foram Na, S, Cl, K, C, por serem os elementos mais comuns na superfície dos materiais. A maior concentração de C em todas as amostras se deve à sua presença abundante na matéria orgânica. A presença de Na, Mg, N e Ca no resíduo sólido e em alguns alginatos provavelmente está relacionada aos agentes extratores, pois como a alga foi lavada extensivamente antes da secagem, não é detectada a presença de sais alcalinos na superfície. Além disso, a presença de enxofre pode estar relacionada à presença de fucoïdanos. (Nøkling-Eide et al., 2023). Outros autores (Cardoso et al., 2017) notaram a presença principalmente de Ca, Na, Mg e K em algas *S. filipendula*, comumente encontradas em algas marinhas e derivados, estão ligadas a grupos funcionais cujas ligações podem levar à formação de algas algínicas sais ácidos (Costa et al., 2022).

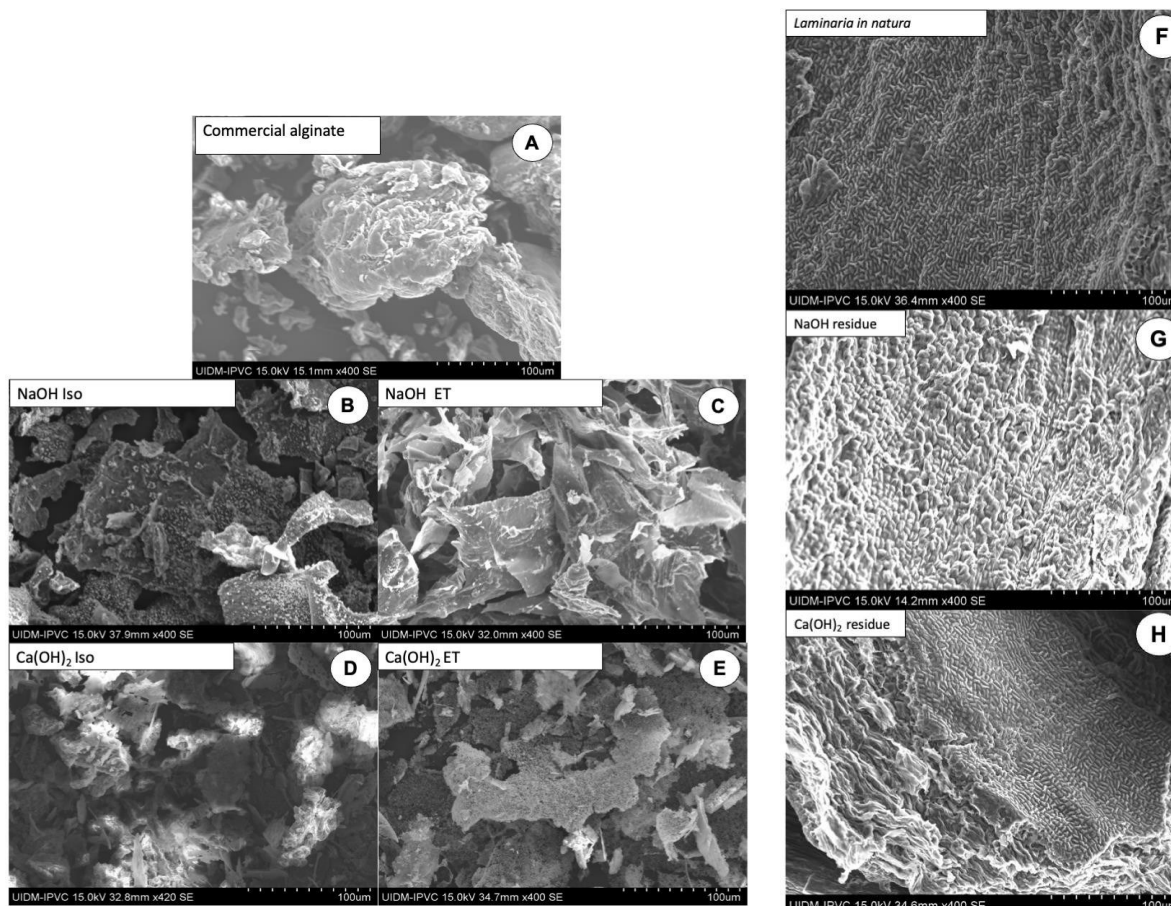
**Tabela 2:** Composição elementar por EDS da *L. hyperborean*, alginato e resíduo sólido obtido após processo de extração (% de matéria-prima e alginato base seca em estufa).

		Amostras						
Alga		Alginato				Resíduo		
Elementos	<i>L. hyperborean</i>	Alginato comercial	NaOH Isopropanol	NaOH Ethanol	Ca(OH) <sub>2</sub> Isopropanol	Ca(OH) <sub>2</sub> Ethanol	NaOH	Ca(OH) <sub>2</sub>
Na	0	10,3 ± 2,8	7,4 ± 0,8	7,9 ± 0,2	0,2 ± 0,01	0,1 ± 0,1	1,6 ± 0,4	5,6 ± 0,1
S	2,3 ± 0,4	0,2 ± 0,07	0,8 ± 0,13	0,7 ± 0,03	1,7 ± 0,01	1,7 ± 0,3	1,3 ± 0,09	0,8 ± 0,1
Cl	0,3 ± 0,3	0,2 ± 0,7	7,6 ± 1,6	7,1 ± 0,6	2,1 ± 0,02	1,3 ± 0,3	0,8 ± 0,01	0,3 ± 0,1
K	1,7 ± 0,3	0,9 ± 0,2	4,0 ± 0,4	2,5 ± 0,1	2,3 ± 0,12	2,0 ± 0,3	0,6 ± 0,08	1,2 ± 0,07
C	46,1 ± 0,4	31,5 ± 3,4	36,3 ± 1,9	38,2 ± 0,2	37,3 ± 1,12	6,1 ± 0,2	42,7 ± 0,9	30,4 ± 0,3
Mg	0	0	0,02 ± 0,03	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,02	0	0,3 ± 0,4	2,4 ± 0,2
Ca	0	0	0	0	6,0 ± 0,2	6,1 ± 0,21	0	5,4 ± 0,9
N	0	0	0	0	0	0	7,3 ± 1,0	0

Fonte: própria (2023).

As imagens Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) de algas marinhas, alginatos obtidos da extração de algas marinhas e alginato comercial possuem barras de escala correspondentes a 100 µm e ampliação de 400x (Figura 1). As imagens mostram as estruturas dos alginatos extraídos pelos diferentes agentes em comparação com a amostra comercial padrão. As amostras de MEV mostram que o alginato de *L. hyperborean* obtido por NaOH + NaCl (Figura 1 B e C) apresentou uma estrutura mais densa em relação ao extrato com Ca(OH)<sub>2</sub> (Figura D e E) com tamanho de poro reduzido e mostrando ser mais denso e semelhante ao alginato comercial. Adicionalmente, na Figura 1 G e H apresentam uma estrutura irregular e porosa com rupturas após a extração do alginato, essa diferença em relação à figura F se deve ao fato do alginato ser o principal componente da parede celular do alginato.

**Figura 1:** Caracterização MEV das amostras de alginato extraídas e alginato comercial (A). Amostra de alginato extraída com NaOH + NaCl precipitada com Isopropanol (B); NaOH + NaCl precipitado com etanol (C),  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  precipitado com isopropanol (D),  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  precipitado com etanol (E). MEV de *L. hyperborean* (F) da alga in natura e dos resíduos sólidos obtidos após a extração dos alginatos com os agentes extratores NaOH + NaCl e (G) e  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  (H).



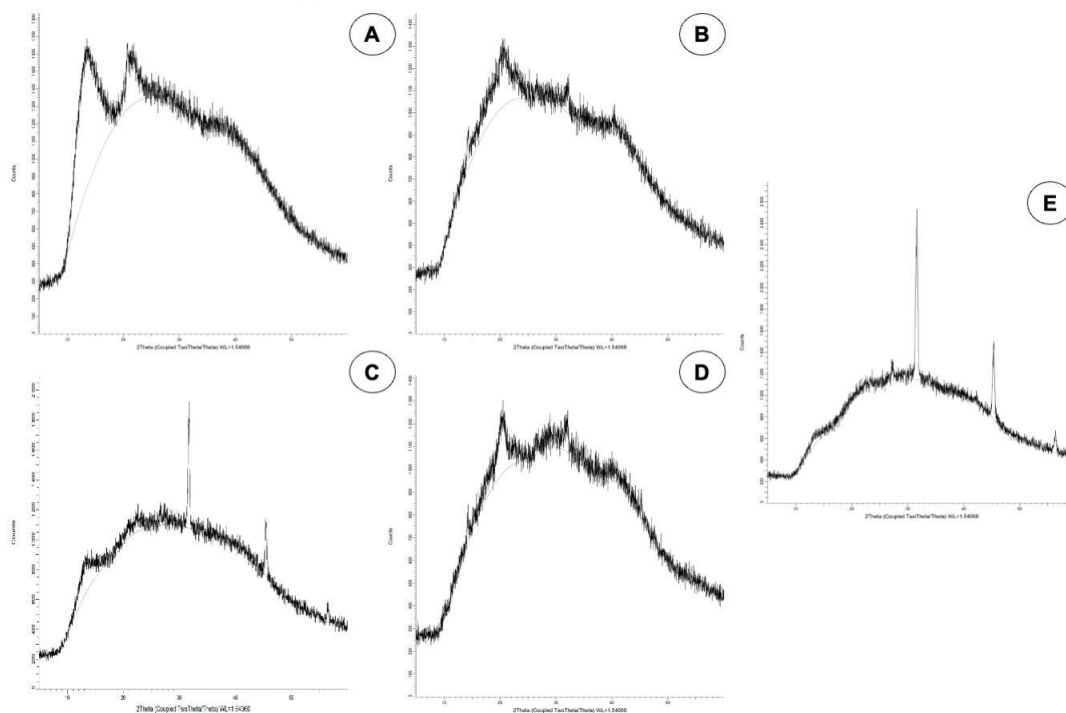
Fonte: própria (2023).

### Índice de cristalinidade de raios X

A cristalinidade de amostras de alginato extraídas de *L. hyperborean* com NaOH + NaCl e  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  foi investigada por difração de raios-X. A cristalinidade desses polímeros é indicada pela nitidez dos picos; quanto menos cristalino o material, mais os picos degeneram em bandas amplas não identificáveis. Raios-X monocromáticos são refletidos da amostra e produzem linhas de difração produzidas a partir de dimensões repetitivas de planos cristalinos. Cada tipo de cristal dá um padrão característico, de modo que as posições e alturas das linhas formam uma pista para a presença de um determinado composto. A Figura 3 ilustra os perfis de raios-X do alginato comercial e dos extraídos das algas marrons estudadas neste trabalho. constatou-se que o índice cristalino das amostras extraídas com NaOH + NaCl e precipitadas com etanol ou isopropanol (Figura 3 D e E) foi maior que o do alginato

comercial (Figura 3 A) ou aquelas extraídas com  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  com ambos os solventes precipitantes (Figura 3 B e C). A partir desses espectros pode-se observar que o agente extrator influencia na estrutura do alginato, e o agente precipitante não interfere nessa estrutura cristalina.

**Figura 3:** Caracterização por raios X de alginato comercial (A), amostras de alginato extraídas com (B)  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  precipitado com etanol, (C)  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  precipitado com isso propanol, (D)  $\text{NaOH}+\text{NaCl}$  precipitado com etanol (E)  $\text{NaOH}+\text{NaCl}$  precipitado com isso propanol de *L. hyperborean*.



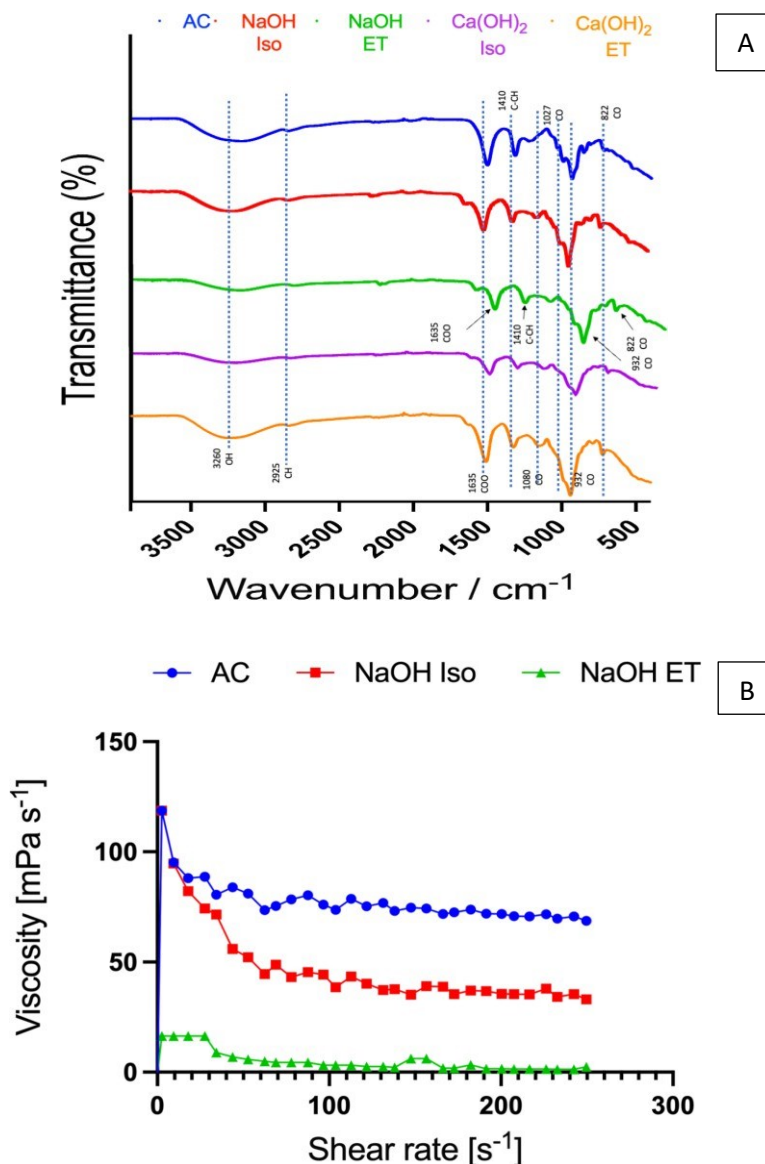
Fonte: própria (2023).

### Parâmetros de sequência determinados por espectroscopia FT-IR para amostras de alginato e viscosidade aparente

Os alginatos obtidos neste estudo também foram caracterizados qualitativamente por meio de FT-IR (Figura 4 A). As amostras de alginato extraídas pelos diferentes agentes de precipitação e extração concordaram com o controle (alginato comercial) onde os espectros não diferiram significativamente, confirmando a identidade e pureza das amostras. Além disso, picos espectrais na faixa de vibração de estiramento de  $848\text{--}949\text{ cm}^{-1}$  (CO) indicam a presença de ácidos manuônico e urônico, respectivamente, ambos típicos de alginatos. Além disso, alguns autores (Bojorges et al., 2023) apontam que a banda em torno de  $1635\text{ cm}^{-1}$ , corresponde ao estiramento assimétrico da carbonila no ânion carboxilato (COO), as bandas em  $1100$  e  $1025\text{ cm}^{-1}$ , correspondem às vibrações de estiramento da ligação simples C-C e da

ligação C simples O do anel piranose (Montes et al., 2022) e as bandas de 750-950  $\text{cm}^{-1}$  correspondem à impressão digital ou região anomérica (Flórez-Fernández et al., 2019).

**Figura 4:** Caracterização de alginato comercial, amostras de alginato extraídas por com NaOH + NaCl precipitado com etanol ou isopropanol e  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  precipitado com etanol ou isopropanol de L. hyperborean em FTIR (A). e a viscosidade aparente (B) do alginato comercial como amostra controle, bem como dos alginatos obtidos na extração por NaOH + NaCl precipitado com isopropanol e etanol.



Fonte: própria (2023).

Para a análise da viscosidade aparente (Figura 4 B), os alginatos foram solubilizados em água destilada a 2% e comparados com o alginato comercial. As amostras extraídas com o agente  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  não apresentaram viscosidade, além disso as amostras extraídas com NaOH + NaCl apresentaram viscosidade inferior à amostra

padrão (alginato comercial). A baixa viscosidade das amostras pode estar relacionada à fração homopolimérica de alto MM, que é mais flexível que a fração GG. Além disso, essas características podem ser interessantes para obtenção de complexos polieletrólitos para produção de micro e nanopartículas para liberação de fármacos (Fertah et al., 2017b).

## Conclusões ou considerações finais

Este estudo apresenta resultados destacáveis sobre o rendimento de extração de alginato usando uma combinação de NaOH+NaCl e etanol a partir de uma espécie de alga parda abundante na costa Portuguesa. A utilização deste método de extração resultou em um aumento destacável do 85% no rendimento em comparação com o que está descrito na literatura. Além disso, os alginatos obtidos por esse processo apresentaram maior viscosidade quando comparados aos extraídos com Ca(OH)<sub>2</sub>. Este aumento na viscosidade indica o potencial para melhorar a funcionalidade em várias matrizes alimentares.

Além disso, o uso de NaOH+NaCl como agente de extração levou à produção de polímeros cristalinos, oferecendo um controle vantajoso sobre a pureza do composto. Essa característica é particularmente benéfica para indústrias que priorizam produtos de alta qualidade. Além disso, o resíduo sólido gerado nas etapas de pré-tratamento e extração do alginato pode ser efetivamente utilizado e direcionado para diferentes setores dentro do conceito de biorrefinaria. Essa integração contribui para a economia circular, maximizando a eficiência de recursos e minimizando a geração de resíduos.

No geral, essas descobertas fornecem informações valiosas sobre a otimização dos processos de extração de alginato, oferecendo um caminho promissor para a viabilidade comercial do alginato como um ingrediente valioso.

## Referências

AOAC 920.115G, 1995, AOAC Official Method Sweetened condensed milk: G-Protein.

Official Methods of Analysis of AOAC International, 2, 48.

Bojorges, H., Martínez-Abad, A., Martínez-Sanz, M., Rodrigo, M. D., Vilaplana, F., López-Rubio, A., & Fabra, M. J. (2023). Structural and functional properties of

alginate obtained by means of high hydrostatic pressure-assisted extraction. *Carbohydrate Polymers*, 299.

Bonfim-Mendonça, P. de S., Capoci, I. R. G., Tobaldini-Valerio, F. K., Negri, M., & Svidzinski, T. I. E. (2017). Overview of  $\beta$ -glucans from *Laminaria* spp.: Immunomodulation properties and applications on biologic models. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(9).

Borazjani, N. J., Tabarsa, M., You, S. G., & Rezaei, M. (2017). Effects of extraction methods on molecular characteristics, antioxidant properties and immunomodulation of alginates from *Sargassum angustifolium*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 703–711.

Cardoso, S. L., Costa, C. S. D., Nishikawa, E., da Silva, M. G. C., & Vieira, M. G. A. (2017). Biosorption of toxic metals using the alginate extraction residue from the brown algae *Sargassum filipendula* as a natural ion-exchanger. *Journal of Cleaner Production*, 165, 491– 499.

da Costa, T. B., da Silva, T. L., Costa, C. S. D., da Silva, M. G. C., & Vieira, M. G. A. (2022). Chromium adsorption using *Sargassum filipendula* algae waste from alginate extraction: Batch and fixed-bed column studies. *Chemical Engineering Journal Advances*, 11, 100341

Chandra R., Iqbal H.M.N., Vishal G., Lee H.S., Nagra S., 2019, Algal biorefinery: A sustainable approach to valorize algal-based biomass towards multiple product recovery. *Bioresource Technology*, 278, 346–359.

FAO 2012, Food Energy – methods of analysis and conversion factors, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Fleurence, J., 1999, Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science & Technology*, 10(1), 25–28.

Bojorges, H., Martínez-Abad, A., Martínez-Sanz, M., Rodrigo, M. D., Vilaplana, F., López- Rubio, A., & Fabra, M. J. (2023). Structural and functional properties of alginate obtained by means of high hydrostatic pressure-assisted extraction. *Carbohydrate Polymers*, 299.

Borazjani, N. J., Tabarsa, M., You, S. G., & Rezaei, M. (2017). Effects of extraction methods on molecular characteristics, antioxidant properties and immunomodulation of alginates from *Sargassum angustifolium*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 703–711.

Fenoradosoa, T. A., Ali, G., Delattre, C., Laroche, C., Petit, E., Wadouachi, A., & Michaud, P. (2010). Extraction and characterization of an alginate from the brown seaweed *Sargassum turbinarioides* Grunow. *Journal of Applied Phycology*, 22(2), 131–137.



Fertah, M., Belfkira, A., Dahmane, E. montassir, Taourirte, M., & Brouillette, F. (2017). Extraction and characterization of sodium alginate from Moroccan *Laminaria digitata* brown seaweed. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S3707–S3714.

Flórez-Fernández, N., Domínguez, H., & Torres, M. D. (2019). A green approach for alginate extraction from *Sargassum muticum* brown seaweed using ultrasound-assisted technique. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124, 451–459.

Jesus, M. S., Romaní, A., Genisheva, Z., Teixeira, J. A., & Domingues, L. (2017). Integral valorization of vine pruning residue by sequential autohydrolysis stages. *Journal of Cleaner Production*, 168, 74–86.

Matos G.S., Pereira S.G., Genisheva Z.A., Gomes A.M., Teixeira J.A., Rocha C., 2021, Advances in extraction methods to recover added-value compounds from seaweeds: Sustainability and functionality. *Foods*, 10(3).

Montes, L., Santamaria, M., Garzon, R., Rosell, C. M., & Moreira, R. (2022). Effect of the addition of different sodium alginates on viscoelastic, structural features and hydrolysis kinetics of corn starch gels. *Food Bioscience*, 47.

Nøkling-Eide, K., Langeng, A. M., Åslund, A., Aachmann, F. L., Sletta, H., & Arlov, Ø. (2023). An assessment of physical and chemical conditions in alginate extraction from two cultivated brown algal species in Norway: *Alaria esculenta* and *Saccharina latissima*. *Algal Research*, 69, 102951.

Rajauria, G., Ravindran, R., Garcia-Vaquero, M., Rai, D. K., Sweeney, T., & O'Doherty, J. (2021). Molecular characteristics and antioxidant activity of laminarin extracted from the seaweed species *Laminaria hyperborea*, using hydrothermal-assisted extraction and a multi- step purification procedure. *Food Hydrocolloids*, 112, 106332.

Rodrigues D., Freitas A.C., Pereira L., Rocha-Santos T.A.P., Vasconcelos M.W., Roriz M., Rodríguez-Alcalá L.M., Gomes A.M.P., Duarte A.C., 2015, Chemical composition of red, brown and green macroalgae from Buarcos bay in Central West Coast of Portugal, *Food Chemistry*, 183, 197–207.

White W.L., Wilson P., 2015, World seaweed utilization. *Seaweed Sustainability: Food and Non-Food Applications*, 7–25.

# AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE INÓCULOS DE KOMBUCHA COMO STARTER PARA FERMENTAÇÃO DE LEITE BOVINO E CAPRINO

## EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE INOCULO DE KOMBUCHA COMO INICIADOR PARA LA FERMENTACIÓN DE LECHE BOVINA Y CAPRINA

## EVALUATION OF DIFFERENT TYPES OF KOMBUCHA INOCULUM AS STARTER FOR BOVINE AND GOAT MILK FERMENTATION

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.281-296>

**Elisandra Rabêlo da Silva**

Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [rabeloelisandra1@gmail.com](mailto:rabeloelisandra1@gmail.com)

**Débora Ciriaco Pereira dos Anjos**

Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [deb.dosanjos@gmail.com](mailto:deb.dosanjos@gmail.com)

**Suzana Pedroza da Silva**

Doutora, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [suzana.pedroza@ufape.edu.br](mailto:suzana.pedroza@ufape.edu.br)

**Tatiana Souza Porto**

Doutora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [rodriolira.pnpd@ufape.edu.br](mailto:rodriolira.pnpd@ufape.edu.br)

**Rodrigo Lira de Oliveira**

Doutor, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [tatiana.porto@ufrpe.br](mailto:tatiana.porto@ufrpe.br)

## Resumo

Kombucha é uma bebida levemente doce e acidificada produzida através da fermentação de uma infusão de folhas ou chás, por uma cultura simbiótica de leveduras e bactérias. Alguns micro-organismos presentes nesta cultura também são capazes de fermentar lactose, o que torna possível a utilização da kombucha com starter na formulação de produtos lácteos fermentados como iogurte e bebidas lácteas, que se apresentam como produtos probióticos, que auxiliam no melhoramento da saúde humana. A maioria dos estudos que reportam a capacidade de fermentar lactose por culturas de kombucha são realizados utilizando leite bovino. Entretanto, o leite caprino também apresenta características nutricionais elevadas e menor alergenicidade, contudo devido aos ácidos graxos apresenta um sabor forte e característico, assim é necessário o desenvolvimento de novas formulações para este produto. Desse modo, o objetivo do trabalho foi produzir e avaliar bebidas lácteas fermentadas por kombucha a partir de leites bovino (LB) e caprino (LC). Para isto, na fermentação utilizou-se amostras leites pasteurizados (bovino e caprino) com a adição de 20% de inóculo de kombucha preparados a partir de chás verde e preto. Posteriormente, as bebidas obtidas foram avaliadas em termos de parâmetros físico-químicos, teor de fenólicos totais e atividade antioxidante frente os radicais ABTS e DPPH. Foi observado que para ambos os tipos de leite, as bebidas preparadas com inóculos a base chá verde (LB: 1,45 g de ácido láctico/100 g; LC: 1,25 g de ácido láctico/100 g) apresentaram valores de acidez superiores aos obtidos para as obtidas por inóculos de chá preto (LB: 0,74 g de ácido láctico/100 g; LC: 0,91 g de ácido láctico/100 g). Por outro lado, uma tendência contrária foi observada para os parâmetros proteína e cinzas, sendo o maior teor de proteína observado para a amostra de leite bovino fermentada com inóculo a base chá preto (3,67%). Com relação à atividade antioxidante, verificou-se que para o radical ABTS, não houve diferenças estatísticas entre as amostras. Entretanto, a maior capacidade sequestrante do radical DPPH (0,507 mM Trolox/mL) foi observada na amostra de leite caprino fermentada com inóculo a base chá verde, que também foi a que apresentou o maior teor de compostos fenólicos (73,69 mg EAG/100 mL). Os resultados obtidos, especialmente relacionados à atividade antioxidante são um indicativo do potencial de utilização de culturas de kombucha como *starter* para fermentação de leite, sobretudo no desenvolvimento de novos produtos com leite caprino.

**Palavras-chave:** kombucha; leite caprino; produtos lácteos fermentados.

## Resumen

La kombucha es una bebida ligeramente dulce y ácida producida por la fermentación de una infusión de hojas o té por un cultivo simbiótico de levadura y bacterias. Algunos microorganismos presentes en este cultivo también son capaces de fermentar la lactosa, lo que permite utilizar la kombucha como iniciador en la formulación de productos lácteos fermentados como el yogur y las bebidas lácteas, que se presentan como productos probióticos, que ayudan a mejorar la salud humana. La mayoría de los estudios que informan la capacidad de fermentar lactosa por cultivos de kombucha se realizan con leche bovina. Sin embargo, la leche de cabra también tiene altas características nutricionales y menor alergenicidad, sin embargo, debido a los ácidos grasos tiene un sabor fuerte y característico, por lo que es

necesario desarrollar nuevas formulaciones para este producto. Así, el objetivo de este trabajo fue producir y evaluar bebidas lácteas fermentadas por kombucha a partir de leche bovina (LB) y caprina (LC). Para ello, se utilizaron muestras de leche pasteurizada (bovina y caprina) en la fermentación con la adición de un 20% de inóculo de kombucha preparado a base de té verde y negro. Posteriormente, las bebidas obtenidas fueron evaluadas en cuanto a parámetros fisicoquímicos, contenido de fenoles totales y actividad antioxidante frente a los radicales ABTS y DPPH. Se observó que, para ambos tipos de leche, las bebidas preparadas con inóculo a base de té verde (LB: 1,45 g de ácido láctico/100 g; LC: 1,25 g de ácido láctico/100 g) presentaron valores de acidez superiores a los obtenidos por leche negra. inóculo de té (LB: 0,74 g de ácido láctico/100 g; LC: 0,91 g de ácido láctico/100 g). Por otro lado, se observó una tendencia opuesta para los parámetros de proteína y cenizas, observándose el mayor contenido de proteína para la muestra de leche bovina fermentada con inóculo a base de té negro (3,67%). En cuanto a la actividad antioxidante, se encontró que para el radical ABTS no hubo diferencias estadísticas entre las muestras. Sin embargo, la mayor capacidad de captación de radicales DPPH (0,507 mM Trolox/mL) se observó en la muestra de leche de cabra fermentada con inóculo a base de té verde, que también presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos (73,69 mg EAG/100 mL). Los resultados obtenidos, especialmente los relacionados con la actividad antioxidante, son indicativos del potencial uso de los cultivos de kombucha como iniciador de la fermentación de la leche, especialmente en el desarrollo de nuevos productos con leche de cabra.

**Palabras clave:** kombucha; leche de cabra; productos lácteos fermentados.

## Abstract

Kombucha is a slightly sweet and acidic beverage produced by fermenting an infusion of leaves or teas by a symbiotic culture of yeast and bacteria. Some microorganisms present in this culture are also capable of fermenting lactose, which makes it possible to use kombucha as a starter in the formulation of fermented dairy products such as yogurt and dairy drinks, which are presented as probiotic products, which help to improve human health. Most studies reporting the ability to ferment lactose by kombucha cultures are performed using bovine milk. However, goat milk also has high nutritional characteristics and lower allergenicity, however due to the fatty acids it has a strong and characteristic flavor, so it is necessary to develop new formulations for this product. Thus, the objective of this work was to produce and evaluate dairy beverages fermented by kombucha from bovine (LB) and goat (LC) milk. For this, samples of pasteurized milk (bovine and goat) were used in the fermentation with the addition of 20% of kombucha inoculum prepared from green and black teas. Subsequently, the drinks obtained were evaluated in terms of physicochemical parameters, total phenolic content, and antioxidant activity against ABTS and DPPH radicals. It was observed that for both types of milk, beverages prepared with inoculum based on green tea (LB: 1.45 g of lactic acid/100 g; LC: 1.25 g of lactic acid/100 g) presented acidity values higher than those obtained by black tea inoculum (LB: 0.74 g of lactic acid/100 g; LC: 0.91 g of lactic acid/100 g). On the other hand, an opposite trend was observed for the protein and ash parameters, with the highest protein content observed for the bovine milk sample fermented with black tea-based inoculum (3.67%). Regarding the antioxidant activity, it was found that for the ABTS radical, there

were no statistical differences between the samples. However, the highest DPPH radical scavenging capacity (0.507 mM Trolox/mL) was observed in the sample of goat milk fermented with green tea-based inoculum, which also showed the highest content of phenolic compounds (73.69 mg EAG/100 mL). The results obtained, especially related to the antioxidant activity, are indicative of the potential use of kombucha cultures as a starter for milk fermentation, especially in the development of new products with goat milk.

**Keywords:** kombucha; goat milk; fermented dairy products.

## Introdução

A kombucha é uma bebida oriental milenar produzida através da atividade metabólica de bactérias e levedura em simbiose em uma base de chá verde ou preto (*Camellia sinensis*) adoçado com sacarose. Dessa forma, a kombucha consiste em duas fases: a primeira composta por um biofilme produzido por bactérias acéticas denominado Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts (SCOBY); e a segunda trata-se de uma bebida ácida contendo diversos compostos como aminoácidos, vitaminas, etanol, ácidos orgânicos e compostos fenólicos (MALBAŠA *et al.*, 2009). Assim, esses compostos são responsáveis por definir o sabor único da bebida e possibilitar benefícios à saúde devido a suas propriedades antioxidantes e anticarcinogênica, por exemplo (MORALES, 2020).

Tradicionalmente utiliza-se como substrato para a kombucha o chá verde ou preto adoçado, no entanto, diversos estudos comprovam a possibilidade de fermentação com outros açúcares, como lactose, glucose e frutose, formando bebidas com diferenças significativas no teor de ácido lático e etanol (KANURIĆ *et al.*, 2018). Assim, os produtos obtidos utilizando como substrato o leite bovino apresenta características sensoriais semelhantes a produtos já conhecidos no mercado, como iogurtes e kefir (SARKAYA; AKAN; KINIK, 2021). Em termos metabólicos, sabe-se que durante a produção da bebida kombucha, a glicose é convertida em ácido lático sob influência de bactérias ácido lácticas e, caso haja a presença de leveduras, essa é convertida em etanol e CO<sub>2</sub>. Assim, caso bifidobactérias existam, a conversão de lactose em ácido lático também é possível (ILIČIĆ *et al.*, 2011).

A aplicação da kombucha como cultura starter de bebidas lácteas ainda está sob estudos devido tradicionalmente a alimentação comum destes micro-organismos ser a sacarose. Análises microbiológicas mostraram que algumas bactérias pertencentes a kombucha são do grupo *Acetobacter*, enquanto os fungos

são *Saccharomyces ludwigii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bisporus*, *Torulopsis sp.* e *Zygosaccharomyces sp.* As propriedades benéficas da kombucha para o organismo humano estão associadas a composição da bebida, já que essa produz compostos como ácido acético, vitamina B e ácido fólico (ILIČIĆ *et al.*, 2011).

Além do leite bovino como substrato para a fermentação da kombucha, estudos mostram a possibilidade também de inoculação de leites de outras espécies para a produção de bebidas lácteas devido a características semelhantes favoráveis. O leite caprino, por possuir glóbulos de gordura menores, quando comparados ao leite de vaca, é digerível com maior facilidade pelas enzimas do corpo humano, estando relacionado também ao teor elevado de ácidos graxos insaturados e de cadeia curta/média (ABREU *et al.*, 2019). Assim, o presente trabalho teve como objetivo a produção e avaliação dos parâmetros físico-químicos, colorimétricos e atividades antioxidantes de bebidas lácteas fermentadas a partir de leite bovino e caprino utilizando kombucha como cultura *starter*.

## Referencial teórico

Os produtos lácteos fermentados, como iogurtes, leites fermentados, bebidas lácteas fermentadas, são definidos como produtos provenientes da coagulação e diminuição do pH do leite de qualquer espécie, através da fermentação láctica por meio da ação de bactérias ácido-láticas. Sendo inclusos nesse grupo o iogurte, o leite fermentado, o leite acidófilo, kefir, kumys e coalhada (BRASIL, 2007).

O iogurte é resultado da fermentação realizada por micro-organismos específicos, *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, podendo ser ou não adicionado de outras bactérias. Enquanto a bebida láctea fermentada é obtida pela mistura do leite com o soro de leite, podendo ser ou não adicionada de outros componentes, com uma base láctea de pelo menos 51% dos ingredientes totais (BRASIL, 2005). O leite fermentado apresenta características semelhantes a bebida láctea, e são vistos como substitutos de produtos como iogurte. As principais diferenças entre esses produtos são a utilização do soro de leite, teor mínimo de proteínas lácteas, a contagem de bactérias ácido-láticas e a obrigatoriedade dos micro-organismos utilizados (PECENIN *et al.*, 2020; PFRIMER, 2018).

Os microrganismos fermentadores mais utilizados na fermentação do iogurte, leite fermentado e bebida láctea são *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, entretanto podem ser adicionados outros microrganismos, como *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus johnsonii* e *Lactobacillus casei*. Esses microrganismos são considerados probióticos e o seu consumo em quantidades adequadas pode ser muito benéfica a saúde humana (GRANIER *et al.*, 2013; HILL *et al.*, 2017). Dentre os principais benefícios associados ao consumo de probiótico estão a melhoria do sistema imunológico, manutenção do equilíbrio da microbiota intestinal, melhora da absorção de minerais, redução do colesterol e da pressão arterial. Além disso, os prebióticos estão relacionados com a diminuição das chances de desenvolvimento de câncer de cólon (MOINEAU-JEAN *et al.*, 2019; ZHANG *et al.*, 2019).

A utilização da kombucha na formulação dos produtos lácteos tem se mostrado promissora, com a obtenção de produtos com características semelhantes ao kefir e iogurte. De modo geral, esses produtos devem compor um novo grupo de leites fermentados, devido a complexidade do inóculo utilizado e também pelas características de qualidade do produto final, onde a qualidade dos leites fermentados, assim como, as características nutricionais, reológicas e sensoriais está relacionada com a composição do leite, a concentração de kombucha, o tipo de chá e a temperatura de processamento. (ILIČIĆ *et al.*, 2017; MALBAŠA *et al.*, 2014; VITAS *et al.*, 2013).

A kombucha é um tipo de bebida fermentada levemente adocicada e acidificada, sendo obtida a partir da fermentação de infusão de folhas ou chás, adicionado de sacarose, por uma cultura simbiótica de leveduras e bactérias (SCOBY). O kombucha ainda pode passar por uma segunda fermentação com o intuito de carbonatar a bebida, para isso, se pode adicionar mais sacarose a bebida. A composição pode variar conforme a produção, o tipo de SCOBY inoculado, o chá utilizado e temperatura de produção (DUTTA; PAUL, 2019; KAPP; SUMNER, 2019).

A microbiota do SCOBY é composta por bactérias e leveduras, no qual é estabelecida uma relação simbiótica capaz de inibir o crescimento de microrganismos contaminantes. Os principais microrganismos encontrados no SCOBY são *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum*,

*Schizosaccharomyces pompe*, *Saccharomyces ludwigii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Candida spp.*, *Pichia spp* (VILLARREAL-SOTO *et al.*, 2020). Esses microrganismos se apresentam como simbióticos, o que pode conferir a bebida características probióticas que são responsáveis pela melhoria da saúde humana. Dentre os benefícios do kombucha se tem a ação antioxidante, o equilíbrio da flora intestinal (VITAS *et al.*, 2013; WATAWANA *et al.*, 2015).

A maioria dos estudos envolvendo o uso de culturas de kombucha como cultura starter para fermentação de leite é realizada utilizando leite bovino. Entretanto, o leite caprino apresenta uma série de atributos que o caracteriza como um produto com alto valor nutricional e também uma alergenicidade menor quando comparado a leite bovino, entretanto o leite caprino apresenta um sabor forte devido ao seu alto conteúdo de ácidos graxos livres de cadeia curta e média. Dessa forma, se faz necessário o desenvolvimento de novas formulações para camuflar esse sabor forte. Além disso, essas formulações se apresentam como um caminho promissor, uma vez que existe pouca diversidade de produtos lácteos caprinos com características probióticas (CAIS-SOKOLINSKA; WALKOWIAK-TOMCZAK, 2021; RANADHEERA *et al.*, 2019). Dentre os produtos lácteos que estão sendo elaborados com leite caprino se destacam o kefir de leite caprino, queijos e iogurte. No primeiro caso, se utiliza um microbiota controlada com o intuito de camuflar o sabor característico desse produto. Em relação aos queijos, a utilização de probióticos na formulação demonstrou boas características sensoriais (MORAES *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2021).

## Metodologia

### Matérias-primas

A cultura de kombucha comercial utilizada para a inoculação foi adquirida online através da empresa canadense Tonica Kombucha. A inoculação ocorreu em chás preparados com infusão de 8 g/L de *Camellia sinensis* nos tipos chá preto e verde por 10 minutos a 90 °C. Esses foram suplementados com 80 g/L de sacarose, e inoculados, após o resfriamento até temperatura ambiente (25 ± °C), com 10% do caldo de uma fermentação anterior de kombucha. Foram cobertos com papel absorvente e reservados em BOD à 30 °C. Foram utilizados leites bovinos e caprino adquirido no comércio local de Garanhuns-PE e cedido por produtores rurais de



Capoeiras-PE, respectivamente. As amostras dos leites bovino e caprino foram pasteurizadas por 30 minutos a 65 °C e resfriados à temperatura ambiente (25 ± °C).

### Processo fermentativo

Alíquotas (250 mL) dos leites pasteurizados foram pré-aquecidos a 43 °C em banho- maria. Em seguida, se adicionou 20% de inóculo de kombucha preparado previamente em chás verde e preto. As amostras foram cobertas e levadas ao banho- maria na temperatura de 43 °C. O pH foi medido a cada 30 minutos, até atingir o valor de 4,5 e encerrar a fermentação. Em seguida as amostras foram postas em reservatórios de vidro e guardadas sob refrigeração.

### Análises físico-químicas e colorimétricas

As análises físico-químicas realizadas foram, acidez total titulável, proteína pelo método de Kjeldahl, cinzas em mufla a 550 °C, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), todas realizadas em triplicatas para uma maior confiabilidade. Os parâmetros de cor foram medidos usando o sistema CIELAB (L, a\* e b\*) através de colorímetro portátil (Konica Minolta CR10, Tóquio, Japão).

### Determinações de fenólicos totais e atividade antioxidante

A determinação de fenólicos totais foi realizada conforme a metodologia proposta por Singleton e Rossi (1965), com adaptações. Primeiramente foi realizada a mistura de 0,2 mL do leite fermentado e 1,0 mL do reagente Folin-Ciocalteu. Após 1 minuto foi adicionado 0,8 mL de uma solução de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (75 g/L). Após isso a amostra foi homogeneizada e mantida sob o abrigo da luz por duas horas. Em seguida as amostras foram submetidas a leitura em espectrofotômetro em absorvância de 765 nm. Assim, o teor de fenólicos totais foi calculado utilizando ácido gálico como padrão e expresso em mg/100 mL de Equivalentes de Ácido Gálico (EAG).

A capacidade de remoção de radicais livres de 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) das soluções fermentadas de leite utilizando Kombucha foram medidas de acordo Mizuta *et al.* (2020), com adaptações. A 2,0 mL de cada amostra foi adicionado 2,0 mL da solução etanólica do radical DPPH (0,1 mmol/L). A mistura foi agitada e deixada em repouso ao abrigo da luz por 20 minutos. Em seguida, foi realizada a

medida da absorbância em espectrofotômetro a 517 nm. A atividade antioxidante sob o radical livre ABTS (2,2-azino-bis-3-etilbenzotiazolona-6-sulfônico) foi realizada de acordo com Mizuta *et al.* (2020), com adaptações. Foi realizada a mistura reacional de 30 µL de cada amostra com 3,0 mL de radical ABTS, após 6 minutos de reação foi realizada a leitura da absorbância a 734 nm. Os resultados de ambas as atividades antioxidantes foram calculados a partir de curva de calibração utilizando Trolox como padrão e foram expressos em mM de trolox/mL de amostra.

### Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas para os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos, colorimétricos, teor de fenólicos totais e atividade antioxidante foram realizadas utilizando o software Minitab 17.0. Para essa finalidade, foram realizadas o teste de Tukey a um nível de 95% de confiança.

## Resultados e discussão

O processo fermentativo da amostra de leite bovino com kombucha feita em chá preto ocorreu em 8,5 horas. O decréscimo do pH foi acompanhado até atingir o valor de 4,5, com decréscimo mais acentuado após 5 horas. Já para as demais amostras o processo fermentativo foi finalizado após o período de 24 horas. Com relação à fermentação do leite bovino utilizando kombucha como starter, experimentos realizados por Kanuric *et al.* (2018), sob os mesmos parâmetros, mostraram que a fermentação levou 8 horas e 15 minutos, com maior decréscimo de pH observado após 2 horas.

Os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos acidez, cinzas e teor de proteína encontram-se dispostos na Tabela 01. A acidez das bebidas fermentadas foi maior nas que utilizaram o inóculo elaborado com chá verde (LB:  $1,45 \pm 0,21$  g de ácido lático/100 g; LC:  $1,24 \pm 0,71$  g de ácido lático/100 g) para ambos os tipos de leite. A tendência oposta foi observada para o teor de proteínas, que apresentou maiores valores para o inóculo de chá preto (LB:  $3,67 \pm 0,31\%$ ; LC:  $1,76 \pm 1,45\%$ ). Os resultados para estes dois parâmetros estão relacionados e indicam que a extensão da proteólise foi maior nas amostras que apresentam inóculo de chá verde, resultando assim em produtos com maior acidez e menor teor de proteína.

Os resultados para o parâmetro acidez, especialmente para as amostras de leite caprino, apresentaram-se semelhantes a resultados obtidos por outros autores como reportado por Abreu (2019) que obteve uma acidez de 0,73 g de ácido láctico/100 g para o iogurte de fermentação com inóculo comercial. De modo semelhante, Nurliyani *et al.* (2019) obteve uma acidez de 1,02% para o iogurte de leite de cabra inoculado com 10% de kombucha e 2% de *Lactobacillus casei*.

**Tabela 01:** Parâmetros físico-químicos de iogurtes produzidos a partir de leites e inóculos diferentes.

Parâmetro	Tipo de inóculo	
	CV	CP
Acidez (g de ácido láctico/100 g)	1,45 ± 0,21 <sup>a</sup>	0,74 ± 0,14 <sup>b</sup>
Proteína (%)	1,67 ± 1,33 <sup>b</sup>	3,67 ± 0,31 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	0,13 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,36 ± 0,00 <sup>a</sup>

Parâmetro	Tipo de inóculo	
	CV	CP
Acidez (g de ácido láctico/100 g)	1,24 ± 0,71 <sup>a</sup>	0,91 ± 0,14 <sup>b</sup>
Proteína (%)	1,21 ± 0,51 <sup>b</sup>	1,76 ± 1,45 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	0,36 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,56 ± 0,00 <sup>a</sup>

CV – Chá verde; CP – Chá preto. Amostras com diferentes letras são significativamente diferentes umas das outras a um nível de 95% de confiança.

Fonte: própria (2023).

A análise de cinzas está relacionada à quantidade de compostos inorgânicos presentes na amostra, já que durante a carbonização os compostos orgânicos são incinerados. Os teores de cinzas para as bebidas fermentadas a partir dos leites bovino e caprino variaram entre 0,13- 0,36% e 0,36-0,56%, respectivamente, sendo os maiores resultados obtidos nas amostras preparadas com o inóculo de chá preto. As diferenças podem estar relacionadas à composição inicial das amostras de leite e a alterações ocorridas durante à fermentação. Os resultados obtidos no presente estudo foram inferiores aos reportados por Malbasa *et al.* (2009) (0,82- 0,84%) e Hrnjez *et al.* (2014) (0,73%) para bebidas fermentadas à base de leite bovino utilizando starter de kombucha.

Os resultados das análises colorimétricas encontram-se dispostos na Tabela 02. Verificou-se que para as amostras de leite bovino, a amostras com inóculo de chá preto apresentou maior luminosidade ( $L = 11,63 \pm 0,49$ ), ao passo que para este parâmetro não foram observadas diferenças nas amostras de leite caprino. Para a coordenada a\* (vermelho/verde), verificou-se diferenças entre as amostras de leite

bovino, sendo o maior resultado ( $a^* = 3,50 \pm 0,10$ ) observado para a que foi preparada com inóculo de chá preto. Já para a coordenada  $b^*$  (amarelo/azul), verificaram diferenças estaticamente significativas para as amostras provenientes dos diferentes tipos de leite, sendo os maiores resultados obtidos nas bebidas de leite bovino e caprino nos inóculos de chá verde ( $b^* = 3,33 \pm 0,21$ ) e chá preto ( $b^* = 6,20 \pm 0,26$ ), respectivamente. É importante ressaltar a escassez de resultados sobre parâmetros colorimétricos de produtos lácteos fermentados utilizando kombucha como cultura *starter*, destacando assim a contribuição dos resultados obtidos no presente estudo.

**Tabela 02:** Análise colorimétrica nos parâmetros L,  $a^*$  e  $b^*$  de iogurtes obtidos com leites e inóculos diferentes.

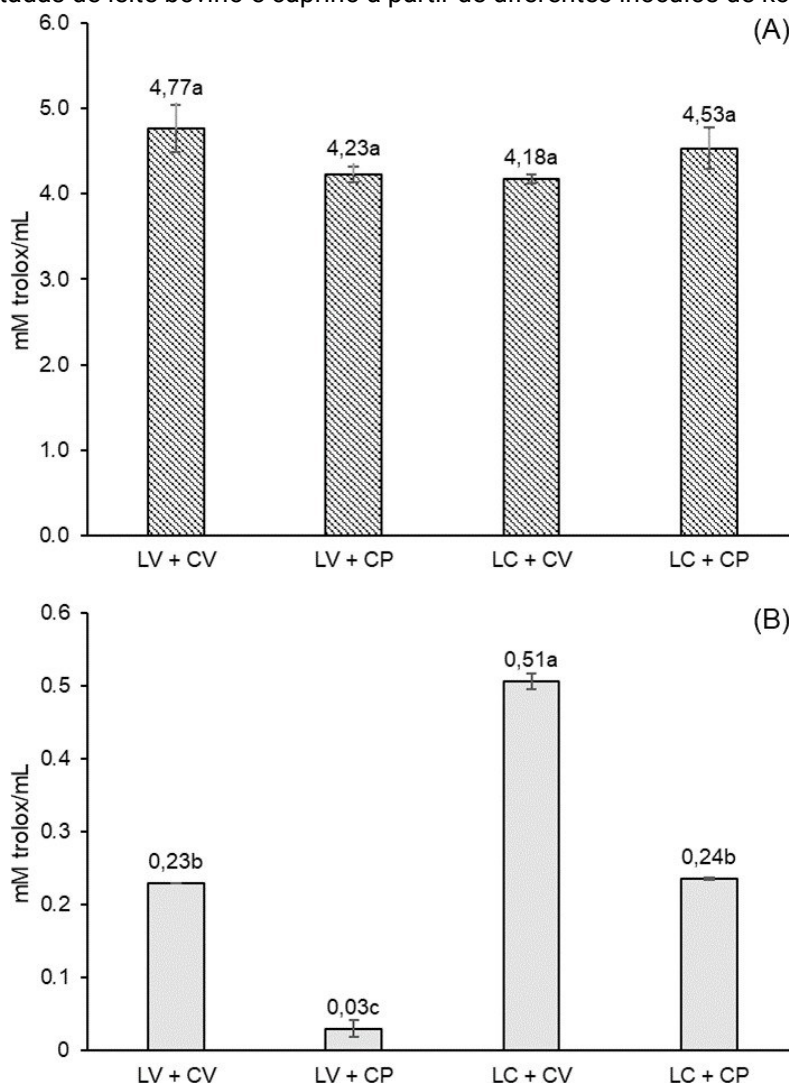
<b>Leite bovino</b>			
Parâmetro	Tipo de inóculo		
	CV	CP	
L	$10,67 \pm 0,058^b$	$11,63 \pm 0,49^a$	
$a^*$	$2,57 \pm 0,42^b$	$3,50 \pm 0,10^a$	
$b^*$	$3,33 \pm 0,21^b$	$6,20 \pm 0,26^a$	
<b>Leite caprino</b>			
Parâmetro	Tipo de inóculo		
	CV	CP	
L	$10,50 \pm 0,26^a$	$10,80 \pm 0,52^a$	
$a^*$	$2,10 \pm 0,10^a$	$1,53 \pm 0,35^a$	
$b^*$	$3,33 \pm 0,30^a$	$2,57 \pm 0,21^b$	

CV – Chá verde; CP – Chá preto. Amostras com diferentes letras são significativamente diferentes umas das outras a um nível de 95% de confiança.

**Fonte:** própria (2023).

Foram avaliadas a atividade antioxidante das bebidas fermentadas a partir do diferentes inóculos frente aos radicais ABTS e DPPH, os resultados podem ser observados na Figura 01. A capacidade sequestrante do radical ABTS variou entre 4,17 e 4,77 mM Trolox/mL, não apresentando diferentes estatisticamente significativas entre as amostras dos diferentes tipos de leite e inóculos. Já para o radical DPPH, a máxima atividade antioxidante (0,507 mM Trolox/mL) foi observada na bebida de leite caprino fermentada por inóculo de chá verde, apresentando diferença estatisticamente significativa das demais amostras. Fu *et al.* (2014) observou um comportamento similar ao avaliar a atividade antioxidante frente ao radical DPPH em kombuchas de chá verde e preto, sendo verificados 95,3% e 38,7% de inibição do radical para as bebidas de chá verde e preto, respectivamente.

**Figura 01:** Atividade antioxidante frente aos radicais ABTS (A) e DPPH (B) das bebidas lácteas fermentadas de leite bovino e caprino a partir de diferentes inóculos de kombucha.

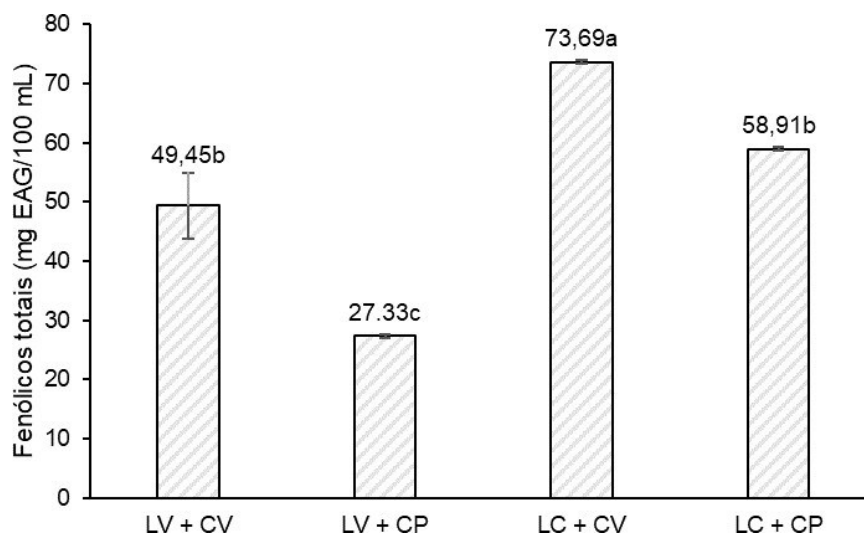


LV + CV- Leite de vaca e chá verde; LV + CP – Leite de vaca e chá preto; LC + CV – Leite de cabra e chá verde e LC + CP – Leite de cabra e chá preto. Amostras com diferentes letras são significativamente diferentes umas das outras a um nível de 95% de confiança.

Fonte: própria (2023).

O perfil de atividade antioxidante frente ao radical DPPH apresentou similaridade ao perfil de fenólicos totais das bebidas fermentadas conforme pode ser observado na Figura 02, onde verifica-se que a bebida de leite caprino fermentada com chá verde apresentou a maior concentração de compostos fenólicos (73,69 mg EAG/100 mL). Em geral, por ser submetido a processamento mais brando, o chá verde pode apresentar maior teor de fenólicos totais em relação ao chá preto. Logo, o inóculo proveniente deste chá irá transferir maiores quantidades destes compostos para a bebida fermentada além daqueles gerados durante a fermentação.

**Figura 02:** Teores de fenólicos totais presentes em amostras de iogurte obtidos com diferentes leites e inóculos de kombucha.



LV + CV- Leite de vaca e chá verde; LV + CP – Leite de vaca e chá preto; LC + CV – Leite de cabra e chá verde e LC + CP – Leite de cabra e chá preto. Amostras com diferentes letras são significativamente diferentes umas das outras a um nível de 95% de confiança.

Fonte: própria (2023).

## Conclusões

As culturas de kombucha preparadas nos chás verde e preto apresentaram capacidade para fermentar lactose, sendo os processos fermentativos nos leites bovino e caprino conduzidos durante 8,5 a 24 horas. A partir da análise dos parâmetros físico-químicos das amostras verificou-se que houve uma maior extensão da proteólise nas bebidas fermentadas a partir do inóculo de chá verde evidenciada por maiores valores na acidez e do teor de proteínas. Além disso, os dados obtidos para os parâmetros colorimétricos serão particularmente úteis, em virtude da escassez dessas informações para bebidas lácteas fermentadas por kombucha. Verificou-se maior atividade antioxidante sobre o radical DPPH na bebida de leite caprino fermentada a partir do inóculo preparado com chá verde (0,507 mM Trolox/mL), sendo também o que apresentou o maior teor de compostos fenólicos (73,69 mg EAG/100 mL) em sua composição. Os resultados obtidos no presente estudo apresentam a utilização bem-sucedida de kombucha como cultura starter para fermentação de leites bovino e caprino. Sendo neste último tipo de leite, obtido produto com boa atividade antioxidante configurando assim possibilidades para o desenvolvimento de novos produtos a partir de leite caprino, resultando em valorização desta matéria-prima.

## Referências

- ABREU, A. K. F.; SOUSA, K. S. M.; CARDOSO, R. C.; ARAÚJO, H. R. R.; COELHO, B. E. S. C.; SILVA, V. P. Elaboração de iogurte probiótico de leite de cabra adicionado de polpa de goiaba. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, p.34-41, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2005). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. Instrução Normativa n.16, de 23 de agosto de 2005. **Diário Oficial da União**.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2007). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Instrução Normativa n.46, de 23 de outubro de 2007. **Diário Oficial da União**.
- FU, C., YAN, F., CAO, Z., XIE, F., AND LIN, J. Antioxidant activities of kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage. **Food Sciences Technology-Brazil**, v. 34, 123-126, 2014.
- GRANIER, A.; GOULET, O.; HOARAU, C. Fermentation products: immunological effects on human and animal models. **Pediatric research**, 74(2), 238-244, 2013.
- HILL, D.; ROSS, R. P.; ARENDT, E.; STANTON, C. Microbiology of yogurt and bio-yogurts containing probiotics and prebiotics. In *Yogurt in health and disease prevention* (pp. 69-85). **Academic Press**. 2017.
- HRNJEZ, D.; VAŠTAG, Ž.; MILANOVIĆ, S.; VUKIĆ, V., ILIČIĆ, M.; POPOVIĆ, L.; KANURIĆ, K. The biological activity of fermented dairy products obtained by kombucha and conventional starter cultures during storage. **Journal of functional foods v. 10, 336-345, 2014**.
- ILICIC M.; KANURIĆ, K.; MILANOVIĆ, S.; LONČAR, E., DJURIĆ, M.; MALBAŠA, R. Lactose fermentation by Kombucha – a process to obtain new milk-based beverages. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 17, No. 1, 2012.
- ILIČIĆ, M. D.; MILANOVIĆ, S. D.; KANURIĆ, K. G.; VUKIĆ, V. R.; POPOVIĆ, S. S.; VUKIĆ, D. V. Content of sugar, organic acids and ethanol in fermented milk beverages obtained with different types of kombucha inoculum. **Acta Periodica Technologica**, (48), 109- 116, 2017.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020 p.
- KANURIĆ G. K.; MILANOVIĆ, S. D.; IKONIĆ B. B.; LONČAR E. S.; ILIČIĆ M. D.; VUKIĆ V. R.; VUKIĆ D. V. Kinetics of lactose fermentation in milk with kombucha starter. **Journal of Food and Drug Analysis**, Volume 26, Issue 4, p. 1229-1234, 2018.
- MALBAŠA, R.; LONČAR, E.; MILANOVIĆ, S.; KOLAROV, L. A. Use of milk-based

kombucha inoculum for milk fermentation. **Acta Periódica Tecnología**, 40, 1-220, 2009.

MALBAŠA, R., VITAS, J., LONČAR, E., GRAHOVAC, J., MILANOVIĆ, S. Optimisation of the antioxidante activity of kombucha fermented milk products. **Czech Journal of Food Sciences** 32 (5), 477-484, 2014.

MILANOVIĆ, S. D.; LONČAR, E. S.; ĐURIĆ, M. S.; MALBAŠA, R. V.; TEKIĆ, M. N.; ILIČIĆ, M. D.; DURAKOVIĆ, K. G. Low energy kombucha fermented milk-based beverages. **Acta Period Technol**, p. 39:37-46, 2008.

MIZUTA, A. G.; MENEZES, J. L.; DUTRA, T. V.; FERREIRA, T. V.; CASTRO, J. C.; SILVA, C. A. J.; ABREU FILHO, B. A. **Evaluation of antimicrobial activity of green tea kombucha at two fermentation time points against *Alicyclobacillus* spp.** **LWT**, v.130, 2020.

MOINEAU-JEAN, A.; CHAMPAGNE, C. P.; ROY, D.; RAYMOND, Y.; Y LAPOINTE, G. Effect of Greek-style yoghurt manufacturing processes on starter and probiotic bacteria populations during storage. **International Dairy Journal**, 93, 35-44, 2019.

MORAES, G. M. D.; SANTOS, K. M. O.; BARCELOS, S. C.; LOPRES, S. A.; EGITO, A. S. Potentially probiotic goat cheese produced with autochthonous adjunct culture of *Lactobacillus mucosae*: microbiological, physicochemical and sensory attributes. **LWT-Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 94, p. 57–63, 2018.

MORALES, D. Biological activities of kombucha beverages: The need of clinical evidence. **Trends in Food Science and Technology**, v. 105, p. 323-333, 2020.

NURLIYANI, INDRATININGSIH, WIDODO, A S SUKARNO, F SUCIATI. Characteristics of fermented goat milk using combination of kombucha and *Lactobacillus casei* starters. 2019, IOP **Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.** 387 012077, 2019.

PECENIN, J. M.; CARNEIRO, G. B.; BADARÓ, A. C. L.; SARTOR, S.; BURGARDT, V. C. F.; CISLAGHI, F. P. C. Avaliação do perfil de consume de lácteos fermentados em Francisco Beltrão – PR. **7º Simpósio de Segurança Alimentar**, 2020.

PFRIMER, R. T. Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea fermentada acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*). 91 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

RANADHEERA, C. S., EVANS, C. A., BAINES, S. K., BALTHAZAR, C. F., CRUZ, A. G., ESMERINO, E. A. & VASILJEVIC, T. Probiotics in goat milk products: delivery capacity and ability to improve sensory attributes. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 18(4), 867-882, 2019.



SARKAYA, P.; AKAN, E.; KINIK, O. Use of kombucha culture in the production of fermented dairy beverages, **LWT**, v. 137, 2021.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 16, p. 144–158, 1965.

VITAS, J., MALBAŠA, R., GRAHOVAC, J., LONČAR, ES. The antioxidant activity of kombucha fermented milk products with stinging nettle and winter savory. **Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly**, v. 19, n. 1, p. 129-139, 2013.

WANG, H., SUN, X., SONG, X., GUO, M. Effects of kefir grains from different origins on proteolysis and volatile profile of goat milk kefir. **Food Chemistry**, 339, 128099, 2021.

WATAWANA, M. I., JAYAWARDENA, N., GUNAWARDHANA, C. B., & WAISUNDARA, V. Y. Health, Wellness, and Safety Aspects of the Consumption of Kombucha. **Journal of Chemistry**, v. 2.015, p. 1-11, 2015.

ZHANG, T., JEONG, C. H., CHENG, W. N., BAE, H., SEO, H. G., PETRIELLO, M. C., Y HAN, S. G. Moringa extract enhances the fermentative, textural, and bioactive properties of yogurt. **LWT**, 101, 276-284, 2019.

# POTENCIALIDADES DAS PLANTAS MEDICINAIS COMO FONTE DE BIOATIVOS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

## POTENCIAL DE LAS PLANTAS MEDICINALES COMO FUENTE DE BIOACTIVOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

## POTENTIAL OF MEDICINAL PLANTS AS A SOURCE OF BIOACTIVES IN THE FOOD INDUSTRY: A SYSTEMATIC REVIEW

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.297-312>

**Maria Eduarda Alves da Paz**

Tecnologia em Alimentos, IFCE - *Campus* Sobral, [maria.eduarda.alves07@aluno.ifce.edu.br](mailto:maria.eduarda.alves07@aluno.ifce.edu.br)

**Maria Eduarda Nobre do Nascimento**

Tecnologia em Alimentos, IFCE - *Campus* Sobral, [maria.eduarda.nobre06@aluno.ifce.edu.br](mailto:maria.eduarda.nobre06@aluno.ifce.edu.br)

**David de Sousa Ferreira**

Tecnologia em Alimentos, IFCE - *Campus* Sobral, [david.sousa.ferreira08@aluno.ifce.edu.br](mailto:david.sousa.ferreira08@aluno.ifce.edu.br)

**Maria Eduarda Rodrigues Moreno**

Tecnologia em Alimentos, IFCE - *Campus* Sobral, [eduarda.rodrigues07@aluno.ifce.edu.br](mailto:eduarda.rodrigues07@aluno.ifce.edu.br)

**Daniele Maria Alves Teixeira Sá**

Profa. Dra., IFCE - *Campus* Sobral, [danielemaria@ifce.edu.br](mailto:danielemaria@ifce.edu.br)

## Resumo

As plantas medicinais são utilizadas há milênios para tratar e prevenir doenças. Elas contêm compostos químicos naturais, atividades antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante. No entanto, é importante destacar que o uso de plantas medicinais deve ser feito com cuidado e sob orientação adequada, pois podem ocorrer interações medicamentosas e efeitos adversos. O Brasil apresenta uma das maiores biodiversidades do mundo, tendo 20% da flora mundial, dispondo também de um potencial elevado de fármacos, apresentando cerca de 56 mil espécies. Com isso, o objetivo deste estudo foi analisar e construir uma revisão sistemática em bases de trabalhos científicos, acerca do uso de plantas medicinais em indústrias de alimentos. A busca de dados foi realizada utilizando descritores específicos, entre o período de 2019 e 2023, nas bases Scielo, Science Direct, PubMed e Web of Science. No entanto, os dados dos trabalhos científicos foram anexados em um programa de planilhas para posterior análise e seleção. Foram estudadas três tipos de plantas medicinais, tais como, picão preto, jatobá e melão-de- São-Caetano. Resultaram-se das buscas cerca de 1.017 (um mil e dezessete) estudos, porém, apenas 8 (oito) preencheram os critérios definidos. Ao revisar a literatura científica disponível nas bases de dados selecionadas, notou-se a escassez de trabalhos na área de alimentos. Portanto, faz-se necessário fundamentar e realizar maiores estudos nesta área. Apesar disso, pôde-se observar diversas propriedades e vantagens para à saúde acerca do consumo das plantas estudadas. Contudo, conclui-se com o estudo, que o uso de plantas medicinais podem trazer inúmeros benefícios à saúde, visto que possuem propriedades que garantem melhorias, como propriedades farmacológicas, anti-inflamatórias, diuréticas, antioxidantes naturais, expectorantes, antimicrobianas, antifúngicas e hipoglicemiantes.

**Palavras-chave:** *Bidens pilosa*, *Hymenaea courbaril* L., *Momordica charantia* L.

## Resumen

Las plantas medicinales se han utilizado durante milenios para tratar y prevenir enfermedades. Contienen compuestos químicos naturales, actividades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes. Sin embargo, es importante recalcar que el uso de las plantas medicinales debe hacerse con cuidado y bajo la debida orientación, ya que pueden presentarse interacciones medicamentosas y efectos adversos. Brasil tiene una de las mayores biodiversidades del mundo, con el 20% de la flora mundial, y también tiene un alto potencial para productos farmacéuticos, con alrededor de 56.000 especies. Con eso, el objetivo de este estudio fue analizar y construir una revisión sistemática basada en trabajos científicos, sobre el uso de plantas medicinales en las industrias de alimentos. La búsqueda de datos se realizó mediante descriptores específicos, entre el período 2019 y 2023, en las bases de datos Scielo, Science Direct, PubMed y Web of Science. Sin embargo, los datos de los artículos científicos se adjuntaron a un programa de hoja de cálculo para su posterior análisis y selección. Se estudiaron tres tipos de plantas medicinales, como la remolacha negra, el jatobá y el melón São Caetano. Alrededor de 1.017 (mil diecisiete) estudios resultaron de las búsquedas, sin embargo, solo 8 (ocho) cumplieron con los criterios definidos. Al revisar la literatura científica disponible en las bases de datos seleccionadas, se notó la escasez de trabajos en el área de

alimentos. Por lo tanto, es necesario fundamentar y realizar más estudios en esta área. A pesar de esto, fue posible observar varias propiedades y ventajas para la salud con respecto al consumo de las plantas estudiadas. Sin embargo, del estudio se concluye que el uso de plantas medicinales puede traer numerosos beneficios para la salud, ya que poseen propiedades que garantizan mejoras, como propiedades farmacológicas, antiinflamatorias, diuréticas, antioxidantes naturales, expectorantes, antimicrobianas, antifúngicas e hipoglucemiantes.

**Palabras clave:** *Bidens pilosa*, *Hymenaea courbaril* L., *Momordica charantia* L.

## Abstract

Medicinal plants have been used for millennia to treat and prevent diseases. They contain natural chemical compounds, antimicrobial, anti-inflammatory and antioxidant activities. However, it is important to emphasize that the use of medicinal plants must be done with care and under proper guidance, as drug interactions and adverse effects may occur. Brazil has one of the greatest biodiversity in the world, having 20% of the world's flora, and also has a high potential for pharmaceuticals, with around 56,000 species. With that, the objective of this study was to analyze and build a systematic review based on scientific works, about the use of medicinal plants in food industries. The data search was carried out using specific descriptors, between the period 2019 and 2023, in the Scielo, Science Direct, PubMed and Web of Science databases. However, data from scientific papers were attached to a spreadsheet program for later analysis and selection. Three types of medicinal plants were studied, such as black beetroot, jatobá and São Caetano melon. Around 1,017 (one thousand and seventeen) studies resulted from the searches, however, only 8 (eight) met the defined criteria. When reviewing the scientific literature available in the selected databases, it was noted the scarcity of works in the area of food. Therefore, it is necessary to substantiate and carry out further studies in this area. Despite this, it was possible to observe several properties and advantages for health regarding the consumption of the studied plants. However, it is concluded from the study that the use of medicinal plants can bring numerous benefits to health, since they have properties that guarantee improvements, such as pharmacological, anti-inflammatory, diuretic, natural antioxidant, expectorant, antimicrobial, antifungal and hypoglycemic properties.

**Keywords:** *Bidens pilosa*, *Hymenaea courbaril* L., *Momordica charantia* L.

## Introdução

As plantas formam um raro arsenal de mercadorias químicas, orgânicas e inorgânicas, com potenciais diferenciados para investigação pelo homem. Constantemente são empregadas como terapia complementar a tratamentos estabelecidos, por intervenção de práticas tradicionais ou por recomendação de familiares e ou indivíduos próximos no decorrer de gerações (MACHADO et al., 2014; JÜTTE et al., 2017; SZERWIESKI et al., 2017; WEGENER, 2017; DIAS et al., 2018).

As plantas medicinais são constituintes da biodiversidade e são popularmente empregadas por diversas culturas e de modos distintos, desde as origens da

civilização (FERNANDES et al., 2019). Com isso, as plantas medicinais e seus derivados são aplicados no tratamento de certas patologias desde os tempos pré-históricos (AMAZONAS; FIGUEIREDO, 2021).

Segundo Vidal et al. (2012), presentemente existem novos meios de buscas e trabalhos científicos referentes a diversidade de plantas medicinais em todo o planeta, destacando a relevância do estudo das características morfológicas e fisiológicas das folhas, caules, frutos, raízes, sementes e flores de certa espécie, proporcionando maiores fundamentos sobre essas plantas, que até aquele momento eram consideradas apenas ornamentais e hoje são utilizadas no preparo de alimentos funcionais, beneficiando a saúde dos consumidores através das suas funções nutricionais, nas quais desenvolvem alguns efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo.

Com o decorrer dos anos, a prescrição e orientação tem-se ampliado, por meio de trabalhistas da área de saúde, de modo que a ingestão de plantas medicinais se deva a estimulação de políticas governamentais, motivação de mídias sociais ou com finalidades estéticas, como emagrecimento (GAMBOA-GÓMEZ et al., 2015; DIAS et al., 2018; LIMA CAVALCANTE; REIS, 2018; ZAGO; MOURA, 2018). No entanto, se automedicar sem conhecimentos causa complicações, podendo ser abrangente e geral (PAULA; BOCHNER; MONTILLA, 2012; ARRAIS et al., 2016).

De acordo com Serrano et al. (2022), as plantas aromáticas e medicinais (PAM) possuem grande relevância, já que estão relacionadas com os padrões alimentares da atualidade, em virtude da existência de compostos bioativos, capazes de ser empregadas na elaboração de alimentos funcionais e de suplementos alimentos ou nutracêuticos.

Com a introdução de plantas em alimentos, é de suma importância garantir a segurança alimentar de acordo com as exigências impostas pelo mercado, como a identificação do vegetal selecionado, época da colheita, a especificação botânica da planta e, além disso, as condições agrônômicas das distintas espécies. No entanto, vale ressaltar que a regularização de ingredientes à base de plantas são de interesse dos produtores e usuários (SERRANO et al., 2022).

Segundo Ranieri (2017), as folhas e ramos jovens da planta picão preto (*Bidens pilosa*) podem ser consumidas de forma *in natura* ou cozidas, podendo ser

adicionadas em saladas, farofas, risotos e em diversas outras receitas. Esta planta medicinal é conhecida e utilizada devido às propriedades antioxidantes e a presença de elevados teores de zinco, cobre e ferro em sua composição.

Popularmente conhecida como Jatobá, a *Hymenaea courbaril* L é uma espécie de porte arbóreo da família Fabaceae sendo encontrada em diversas regiões do Brasil (FILARDI et al., 2018). Popular pelo seu potencial como planta medicinal, sendo popularmente utilizada as suas diversas partes para o tratamento de gripe, cistite, bronquite, infecções de bexiga e vermífugo (EMBRAPA, 2004).

O melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.), é uma trepadeira que se desenvolve rapidamente pelo chão, árvores ou cercas. De origem asiática, mas em abundância no Brasil, esta planta medicinal possui odor desagradável e frutos com sabor amargo; no passado e até mesmo na atualidade ela é utilizada com finalidade medicinal, com o objetivo de tratar inúmeras doenças (diabetes, anti-helmíntico, icterícia, dor abdominal, úlceras, entre outros) (COUTO, 2006).

O presente estudo teve como objetivo a análise e construção de uma revisão sistemática em bases de dados de trabalhos científicos, acerca do uso de plantas medicinais na indústria alimentícia, tais como picão preto (*Bidens pilosa*), jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e melão-de- São-Caetano (*Momordica charantia* L.).

## Referencial teórico

Segundo Calixto (2003), o Brasil apresenta a maior biodiversidade do mundo, encarregado por cerca de 20% da flora mundial, representando notoriedade no que se refere a elaboração de novas técnicas terapêuticas fundamentadas em produtos naturais. Dentre eles, estão as plantas medicinais, nas quais apresentam em uma ou mais locais, substâncias químicas propícias a executar atividades farmacológicas, contribuindo com a cura e ou no tratamento de diversas doenças (OMS, 1998).

De acordo com Giulietti et al. (2005), o Brasil se evidencia não só pela variedade da sua flora, mas também por dispor de um potencial gigantesco de fármacos, resultado da abundância biológica existente no país, com cerca de 56 mil espécies (19% da flora mundial) dividida entre seus macro biomas (Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pampas, Pantanal e Mata Atlântica) (IBGE, 2013).

Inseridas na biodiversidade, estão as plantas medicinais, que de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), se refere a todo e qualquer vegetal que tem, em um ou mais órgãos, substâncias, em que há possibilidades de ser empregadas com finalidades terapêuticas ou que sejam substitutos de fármacos semi sintéticos (OMS, 1998). Apesar de não funcionar como medicamento, esse grupo de alimentos pode trazer diversos benefícios quando associado a uma dieta balanceada. No entanto, a investigação de substâncias bioativas que formam os alimentos é de fundamental relevância (NASCIMENTO et al. 2022).

De acordo com o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, as plantas medicinais se distinguem de acordo com a sua função e seu uso principal, podendo ser classificada como medicinal, aromática e condimentar, ou apresentar as três características ao mesmo tempo, como o capim-santo, no qual suas folhas podem ser utilizadas na produção de chás medicinais e na extração de óleo essencial; e as folhas mais jovens empregadas como condimentos para carnes, saladas, sucos e sobremesas, algumas plantas podem possuir inúmeras finalidades (SENAR, 2017).

As plantas medicinais podem ser apontadas como uma das maneiras mais antigas de práticas terapêuticas, visto que desde 60.000 anos a.C estão presentes em várias culturas, como Egípcia, Hindu, Persa, Grega e dos povos da América Pré-Colombiana (ROCHA et al., 2015; SARAIVA et al., 2015), a partir destas participações culturais, os produtos naturais têm avançado cientificamente, podendo ser indispensável para a descoberta de inúmeras substâncias tóxicas ou terapêuticas com o decorrer dos anos (VIEGAS; BOLZANI & BARREIROS, 2006).

A existência de princípios ativos se deve a atividade farmacológica em plantas, que são aptos em realizar diversas atividades biológicas, efetuando um dever primordial com a evolução de saúde-doença (FILHO & YUNES, 1998; PHILLIPSON, 2001); esses efeitos terapêuticos executados pelas plantas medicinais só são possíveis por meio dos princípios ativos presentes em vários fragmentos da planta, como sementes, flores, frutos e folhas, sendo estes os autores da resposta fisiológica em organismos vivos (PHILLIPSON, 2001).

Moléculas são extraídas a partir de produtos naturais, que servem de modelo para o esboço e programação de novas mercadorias farmacêuticas, assim como para a averiguação de novos efeitos terapêuticos (RATES, 2001). Ademais, as moléculas

promissoras destinadas à elaboração de medicamentos e originadas de plantas medicinais, possuem custo baixo quando relacionada aos estudos com moléculas artificiais (IANCK et al., 2017).

Conhecidas como PAM, as plantas aromáticas e medicinais, além de pratos à base de plantas, a todo momento foram elementos da dieta humana. Em virtude da presença de compostos bioativos, este uso está cada vez maior, visto que possuem grande potencial no desenvolvimento de ingredientes naturais, como aromatizantes, corantes, antioxidantes e conservantes, que podem ser inseridos em alimentos processados, produtos dietéticos, suplementos alimentares e nutracêuticos (SERRANO et al., 2022).

De acordo com Serrano et al. (2022), os compostos fitoquímicos são os principais ingredientes bioativos de plantas aromáticas e medicinais, nos quais são metabólitos secundários desenvolvidos pelas plantas, a fim de defendê-las contra estresses bióticos e abióticos, como vírus, bactérias e fungos, ou melhor, não atuam funções diretamente ligadas às atividades essenciais, de modo que o desenvolvimento e a procriação, deem início a inúmeros componentes químicos, tais como, carotenoides (betacaroteno, licopeno e luteína), glucosinolatos, fitoestrogênios, polifenóis (lignanós, ácidos fenólicos, taninos, flavonóides), etc.

Também conhecido como carrapicho e cuambu, o picão preto é uma espécie herbácea anual, pertencente à família Asteraceae (CORREIA et al., 1998). Essa espécie de planta medicinal é expandida através de suas sementes, podendo ser facilmente avistada em pastagens e em calçadas e terrenos incultos de zonas urbanas (GILBERT; ALVES & FAVORETO, 2013). *Hymenaea courbaril* é uma espécie muito utilizada na medicina tradicional, principalmente para o tratamento de afecções pulmonares, porém mesmo com essa popularidade, é uma planta pouco estudada (CASTRO et al., 2021).

O melão-de-são-caetano é uma espécie de planta trepadeira, da família cucurbitácea, dentre ela, diversas outras espécies desta categoria são comestíveis e dispõem de relevante valor econômico no Brasil (DI STASI, 2002). Segundo Assubaie (2004), o nome de origem latino Momordica, o qual tem o significado “mordida”, está relacionada com os extremos das folhas que aparentam terem sido mordidas. É um



vegetal inovador no que diz respeito a sua versatilidade, seja alimentar e ou na utilização terapêutica.

Levando em consideração os aspectos mencionados, a análise de trabalhos científicos em bases de dados, acerca do uso de plantas medicinais, como picão-preto (*Bidens pilosa*), jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia* L.) contribuirá com a expansão dos conhecimentos sobre essas espécies, assim como a comercialização e a integração em indústrias de alimentos.

## Metodologia

Utilizando descritores para picão preto (“plantas medicinais AND picão preto”; “*Bidens pilosa*”; e “*Bidens pilosa* IN foods”), jatobá (“plantas medicinais AND jatobá”; “*Hymenaea courbaril* L.”; e “jatobá IN foods”) e melão-de-São-Caetano (“plantas medicinais AND melão- de-São-Caetano”; “*Momordica charantia* L.”; e “São Caetano melon IN foods”), os estudos foram realizados entre o período de 2019 e 2023 em bases de dados de trabalhos científicos, tais como Scielo, Science Direct, PubMed e Web of Science.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa nas bases de dados já pré definidas, assim como a elaboração de uma tabela de revisão em um programa de planilhas (*Google Sheets*), logo após foi realizada a leitura dos títulos e os selecionados seguiram para a revisão dos resumo, a partir desta escolha, os artigos foram lidos por completo e selecionados para a produção deste trabalho.

## Resultados e discussão

### Picão preto (*Bidens pilosa*)

De acordo com as etapas descritas na metodologia, foram encontrados 404 artigos científicos contendo os descritores, foram excluídos da busca os estudos que não eram artigos científicos, que não tratavam do tema, trabalhos duplicados nas bases, exclusão dos artigos que não empregavam os mesmos objetivos da presente pesquisa. Portanto, 1 artigo preencheu os critérios definidos (Tabela 1).

**Tabela 1:** Resultados da busca por base de dados.

<b>Base de Dados</b>	<b>Total</b>	<b>Selecionado</b>
<i>Scielo</i>	41	1
<i>Science Direct</i>	76	0
<i>Pubmed</i>	150	0
<i>Web of Science</i>	137	0
<b>Total</b>	404	1

Fonte: própria (2023).

Segundo os estudos de Son, Tuan e Tran (2022), investigando a composição química e avaliação das atividades antioxidantes, antibacteriana e antifúngica do extrato etanólico de *Bidens pilosa* L., observaram-se que este pode prolongar a vida útil sob estresse oxidativo induzido por 20 mM de Paraquat e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%, além de apresentar polifenóis, flavonóides, alcalóides, taninos e glicosídeos. Ademais, foi identificado ação antimicrobiana neste extrato, podendo ser aplicado no desenvolvimento de alimentos funcionais.

### **Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.)**

De acordo com as etapas descritas na metodologia, foram encontrados 227 artigos científicos contendo os descritores, foram excluídos da busca os estudos que não eram artigos científicos, que não tratavam do tema, trabalhos duplicados nas bases, exclusão dos artigos que não empregavam os mesmos objetivos da presente pesquisa. Portanto, 4 artigos preencheram os critérios definidos (Tabela 2).

**Tabela 2:** Resultados da busca por base de dados.

<b>Base de Dados</b>	<b>Total</b>	<b>Selecionado</b>
<i>Scielo</i>	14	2
<i>Science Direct</i>	207	2
<i>Pubmed</i>	37	0
<i>Web of Science</i>	19	0
<b>Total</b>	277	4

Fonte: própria (2023).

A espécie arbórea *Hymenaea courbaril*, popularmente nomeada de Jatobá, é conhecida por atividades biológicas notáveis, sendo foco de estudos em relação ao seu potencial como planta medicinal por sua utilização com a infusão dos talos para tratamento da anemia, as sementes por atividade antimelanoma e antioxidante (PIO et al., 2019; SPERA et al., 2018)

A polpa do fruto do jatobá foi utilizada na composição de filmes bioativos em Alves-Silva et al. (2022), resultando na potencial utilização dos mesmos como embalagem ativa tendo ação antioxidante e retardando as reações de oxidação. Tal fato demonstra que o mesmo tem potencial para utilização em alimentos, principalmente os com alto teor de lipídios evitando sua oxidação precoce.

O Jatobá contém resina, sendo a mesma utilizada em Rodrigues et al. (2021) que combinada com quitosana em filme resultou em propriedades antimicrobianas com potencial para utilização em alimentos. Tal fato pode aumentar a vida de prateleira de produtos com alta atividade de água, ou seja, com maior propensão à multiplicação de microorganismos.

Assim, têm-se que o Jatobá é uma espécie com potencial para aplicação em alimentos seja como saborizante ou como forma de adição de propriedades bioativas e suas funções tecnológicas.

### Melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia* L.)

De acordo com as etapas descritas na metodologia, foram encontrados 336 artigos científicos contendo os descritores, foram excluídos da busca os estudos que não eram artigos científicos, que não tratavam do tema, trabalhos duplicados nas bases, exclusão dos artigos que não empregavam os mesmos objetivos da presente pesquisa. Portanto, 3 artigos preencheram os critérios definidos (Tabela 3).

**Tabela 3:** Resultados da busca por base de dados.

Base de Dados	Total	Selecionado
Scielo	15	0
Science Direct	88	0
Pubmed	119	0
Web of Science	114	3
<b>Total</b>	<b>336</b>	<b>3</b>

Fonte: própria (2023).

De acordo com Hercos et al. (2021), o melão amargo (*Momordica charantia*) é uma fruta exótica que pode ser encontrada em diversas regiões do Brasil.

O consumo desta fruta pode estar relacionada a algumas vantagens, como efeito antifúngico, reduz o índice glicêmico; e, além disso, apresenta teores de

pigmentos naturais, como licopeno e  $\beta$ -caroteno, sendo caracterizada como alimento funcional. Ao estudarem a caracterização físico-química, os compostos bioativos e a capacidade antioxidantes deste melão, concluíram que esta fruta pode ser utilizada como matéria-prima para a elaboração de novos produtos alimentícios funcionais, assim também, como produtos farmacológicos, já que possuem eficácia no tratamento de diabetes e doenças oriundas de processos oxidativos (HERCOS et al., 2021).

Gao et al. (2019), ao estudarem suco fermentado de melão-de-São-Caetano em ratos diabéticos tipo 2, encontraram que a fermentação realizada por *Lactobacillus plantarum* ocasionou o aumento da propriedade antidiabética do suco, contribuindo para a regulação da microbiota intestinal e a formação de ácidos graxos de cadeia curta. No entanto, Pereira et al. (2021), também obtiveram resultados favoráveis quanto ao potencial antidiabético por inibição das enzimas  $\alpha$ -amilase e  $\alpha$ -glucosidase, ao estudarem as propriedades anti-inflamatórias, antidiabéticas e modelagem in silico de glicosídeos triterpênicos do tipo cucurbita de frutas de melão-de-são-Caetano, porém, de cultivar indiana.

## Considerações finais

O presente estudo buscou explorar o potencial de algumas plantas medicinais e o seu uso em indústrias de alimentos. As plantas medicinais são uma fonte valiosa de compostos químicos naturais, como flavonoides, terpenos, alcalóides e polifenóis, que apresentam propriedades farmacológicas importantes. A *Bidens pilosa*, apresenta propriedades anti-inflamatórias, podendo ser utilizada para aliviar dores e inflamações; possui também propriedades diuréticas, auxiliando na eliminação de toxinas no organismo; e propriedades antioxidantes, no qual protege as células contra danos oxidativos. Já a *Hymenaea courbaril*, além de apresentar propriedades anti-inflamatórias, possui também propriedades expectorantes, antimicrobianas e antifúngicas. Além de suas propriedades antioxidantes, a *Momordica charantia* L. possui propriedades hipoglicemiantes, frequentemente utilizada no tratamento da diabetes.

O uso de plantas medicinais em produtos alimentícios é uma prática comum, já que proporcionam sabor, aroma e cor aos alimentos, assim como também

nutrientes essenciais, podendo ser utilizados em temperos e condimentos, adoçantes, aromatizantes e corantes naturais. No entanto, o uso de plantas medicinais na elaboração de novos produtos é uma alternativa concreta para a inovação e melhoria da saúde e bem-estar dos consumidores, porém, ao revisar a literatura científica disponível nas bases de dados selecionadas, notou-se a escassez de trabalhos na área de alimentos. Portanto, faz-se necessário fundamentar e realizar maiores estudos nesta área.

## Referências

ALVES-SILVA, Gisele Fernanda; ROMANI, Viviane Patrícia; MARTINS, Vilásia Guimarães. Filmes celulósicos de Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*): Propriedades, potencial antioxidante e biodegradabilidade. **Embalagem de Alimentos e Prazo de Validade**, v. 34, p. 100923, 2022.

AMAZONAS, Larisa Ferreira; FIGUEIREDO, Erick Frota Gomes. Uma revisão sobre o uso das plantas medicinais como tratamento da COVID-19 e a importância do profissional farmacêutico no estado do Amazonas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e406101523451-e406101523451, 2021.

ARRAIS, Paulo S.D. et al. Prevalence of self-medication in Brazil and associated factors. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 50, n. supl. 2, p. 1s-11s, 2016.

ASSUBAIE, N. F. E EL-GARAWANY, M. M. Evaluation of Some Important Chemical Constituents of *Momordica charantia* Cultivated in Hofuf, **Saudi Arabia Journal of Biological Sciences**, v. 4, 628-630, 2004.

Calixto, J. B. Biodiversidade como fonte de medicamentos. **Ciência e Cultura**, 55, 37-39, 2003.

CASTRO, Elaine Scheidegger de; FONTES, Bruna Ribeiro; DA SILVA, Francisco Carlos.

Análise fitoquímica do extrato aquoso da casca e do fruto de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L., Fabaceae). **Fórum Rondoniense de Pesquisa**, v. 2, n. 7º, 2021.

CORREIA, E. Aspectos da propagação sexuada e vegetativa da arnica brasileira (*Solidago chilensis* Meyen – ASTERACEAE). In: MING, L.C. et al. Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu: UNESP, v.2, p. 193-208, 1998.

COUTO, M. E. O. Coleção De Plantas Medicinais Aromáticas E Condimentares--Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 91, 2006. (Embrapa Clima Temperado.

**Documentos**, 157).

DIAS, Eliana C.M. et al. Uso de fitoterápicos e potenciais riscos de interações medicamentosas: reflexões para prática segura. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador, v. 41, n.2, p. a2306, 2018. Disponível em: < <http://rbsp.sesab.ba.gov.br/index.php/rbsp/article/view/2306/2237> >. Acesso em 04 mai. 2023.

DI STASI L. C.; HIRUMA-LIMA C. A. Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica. 2.ed. São Paulo: Editora Unesp, 2002.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A Embrapa nos biomas brasileiros. EMBRAPA, 2004.

FERNANDES, B. F. et al. Estudo etnofarmacológico das plantas medicinais com presença de saponinas e sua importância medicinal. **Revista da Saúde da AJES**, v. 5, n. 9, 2019.

FILARDI, F. L. R.; GROUP, T. B. F.. **Brazilian Flora 2020**: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). Rodriguésia, Rio de Janeiro, v.69, p.1513-1527, 2018.

Filho, V. C., & Yunes, R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química nova**, 21, 99-105, 1998.

GAMBOA-GÓMEZ, Cláudia I. et al. Plants with potential use on obesity and its complications. **Experimental and Clinical Sciences Journal**, Mainz, v. 14, p. 809-831, 2015.

GAO et al. Fermented *Momordica charantia* L. juice modulates hyperglycemia, lipid profile, and gut microbiota in type 2 diabetic rats. **Food Research International**, 121, 367–378, 2019.

GILBERT, B.; ALVES, L. F.; FAVORETO, R. *Bidens pilosa* L. Asteraceae (Compositae; subfamília Heliantheae). **Revista Fitos**, v.8, n.1, p.51-72, 2013.

Giulietti, A. M., De Queiroz, L. P., Wanderley, M. D., & Van Den Berg, C. A. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, 1, 52-61, 2005.

HERCOS, G. F. L.; BELISÁRIO, C. M.; ALVES, A. E. S.; MAIA, G. P. A. G.; CAVALCANTE, M. D. Physicochemical characterization, bioactive compounds and antioxidant capacity of bitter melon. **Horticultura Brasileira**, 39: 397-403, 2021.

IANCK, Melissa A. et al. Conhecimento e uso de plantas medicinais por usuários de

unidades básicas de saúde na região de Colombo-PR. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 11, n. 8, p. 29-30, 2017.

Instituto Brasileiro De Geografia Estatística - IBGE. Biomass do Brasil. 2013.

Disponível em:

<[https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomass.html?=&t=o\\_que-e](https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomass.html?=&t=o_que-e)>. Acesso em: 29 jun. 2023.

JÜTTE, Robert et al. Herbal medicinal products—Evidence and tradition from a historical perspective. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 207, p. 220-225, 2017.

LIMA CAVALCANTE, Danielle U.; REIS, Michelle C.G. Fitoterapia: regulamentação e utilização pela enfermagem. **Revista de Enfermagem FACIPLAC**, Brasília, v. 1, n. 1, 2018.

MACHADO, Helen L. et al. Research and extension activities in herbal medicine developed by Rede FitoCerrado: rational use of medicinal plants by the elderly in Uberlândia-MG. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu**, v. 16, n. 3, p. 527-533, 2014.

Ministério Da Saúde (2006). Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pnpic.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

NASCIMENTO, M. E. N. et al. PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES DE SOBRAL SOBRE OS ALIMENTOS FUNCIONAIS. In: **Anais** do I Simpósio Online Sulamericano de Tecnologia, Engenharia e Ciência de Alimentos. Diamantina (MG) Online, 2022. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/tecali2021/454343-PERCEPÇÃO-DOS-CONSUMIDORES-DE-SOBAL-SOBRE-OS-ALIMENTOS-FUNCIONAIS>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. Quality control methods for medicinal plants methods. p. 41 - 3, 1998.

PAULA, Tatiana C.; BOCHNER, Rosany; MONTILLA, Dalia E. R. Análise clínica e epidemiológica das internações hospitalares de idosos decorrentes de intoxicações e efeitos adversos de medicamentos, Brasil, de 2004 a 2008. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 828-844, 2012.

Pereira, W. H.; Shivanagoudra, S. R.; Pérez, J. L.; Kim, D. M.; Sun, Y., K.; Jayaprakasha, G., S.; Patil, B. Propriedades antiinflamatórias e antidiabéticas e modelagem in silico de glicosídeos triterpênicos do tipo cucurbitano de frutas de um cultivo indiano de *Momordica charantia* L. **Moléculas**. 26(4):1038, 2021.

PIO, I. D. S. L. et al. Traditional knowledge and uses of medicinal plants by the inhabitants of the islands of the São Francisco river, Brazil and preliminary analysis

of *Rhaphiodon echinus* (Lamiaceae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 87-99, 2018.

Phillipson, J. D. Phytochemistry and medicinal plants. *Phytochemistry*, 53, 237-243, 2001.

RANIERI, G. R. Guia prático sobre PANC: plantas alimentícias não convencionais. 1 ed. São Paulo: Instituto Kairós, p. 44, 2017.

RATES, Stela M.K. Promoção do uso racional de fitoterápicos: uma abordagem no ensino de Farmacognosia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Maringá, v. 11, n. 2, p. 57-69, 2001.

Rocha, F. A., Araújo, M. F., Costa, N. D., Silva, R. P. O Uso Terapêutico Da Flora Na História Mundial. **Holos**. 1, 49-61, 2015.

Saraiva, S. R., Saraiva, H. C., De Oliveira Junior, R. G., Silva, J. C., Damasceno, C. M., Da Silva Almeida, J. R., Amorim, E. L. A implantação do programa de plantas medicinais e fitoterápicos no sistema público de saúde no Brasil: uma revisão de literatura. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação**, 2015.

SERRANO, Carmo et al. PLANTAS MEDICINAIS E O SEU USO NA ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL. 2022.

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). Plantas medicinais aromáticas e condimentares: produção e beneficiamento. Brasília: **SENAR**. 124p, 2017. Disponível em: < <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/213-PLANTAS-MEDICINAIS.pdf> >. Acesso em: 29 jun. 2023.

SON, N., H.; TUAN, N., T.; TRAN, T., M. Investigation of chemical composition and evaluation of antioxidant, antibacterial and antifungal activities of ethanol extract from *Bidens pilosa* L. **Sci. Technol**, Campinas, 42, e22722, 2022.

SPERA, Kamille D. et al. Genotoxicidade, anti-melanoma e atividades antioxidantes do extrato da semente de *Hymenaea courbaril* L.. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, 2019.

SZERWIESKI, Laura L.D. et al. Uso de plantas medicinais por idosos da atenção primária. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, Goiânia, v. 19, p. a04, 2017.

VIDAL, A. M. et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde**, Aracaju, v 1, p. 43-52, 2012.

Viegas Jr, C., Bolzani, V. D., Barreiro, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, 326-337, 2006.



WEGENER, Tancred. Patterns and Trends in the Use of Herbal Products, Herbal Medicine and Herbal Medicinal Products. **International Journal of Complementary and Alternative Medicine**, Edmond, v. 9, n. 6, p. 00317, 2017.

ZAGO, Leciana M.S.; MOURA, Meirielle E.P. Vinte e dois anos de pesquisa sobre plantas medicinais: uma análise cienciométrica. **Tecnia, Goiânia**, v. 3, n. 1, p. 257-173, 2018.

**QUEIJO ARTESANAL CEARENSE *versus* QUEIJO DE COALHO: UMA BREVE REVISÃO**

**QUESO ARTISANAL DE CEARENSE *versus* QUESO DE COALHO: BREVE RESEÑA**

**CEARENSE ARTISANAL CHEESE *versus* COALHO'S CHEESE: A BRIEF REVIEW**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.313-336>

**Thainá Anunciação Ferreira Mateus**

Mestranda em Tecnologia de Alimentos, IFCE *campus* Limoeiro do Norte [thaina\\_95@live.com](mailto:thaina_95@live.com)

**Carlos Wandeson de Lima**

Graduando em Tecnologia de Alimentos, IFCE *campus* Limoeiro do Norte [carloswandeson@gmail.com](mailto:carloswandeson@gmail.com)

**Francisca Giselle da Cruz**

Doutora em Zootecnia. Professora do IFCE *campus* Crato [giselle@ifce.edu.br](mailto:giselle@ifce.edu.br)

## Resumo

O Queijo Artesanal Cearense é produzido a partir de leite bovino integral, fresco ou refrigerado e cru, respeitando os métodos tradicionais, culturais e regionais, com emprego de boas práticas agropecuárias e de fabricação. Enquanto que, o Queijo de Coalho é conhecido por ser um produto típico do Nordeste e bastante consumido pela população regional, exercendo influência de âmbito cultural, social e econômico. Objetivou-se com este estudo diferenciar o processo de fabricação de Queijo de Coalho do Queijo Artesanal Cearense, por meio de uma revisão de literatura, destacando os principais aspectos da variedade de queijos artesanais maturados produzidos nas seguintes Regiões: Sertão dos Crateús, Sertão Central e Vale do Jaguaribe. Neste trabalho foi aplicada a metodologia de pesquisa do tipo descritiva quantitativa, que têm como objetivo primordial a descrição das características de relações entre as variáveis. A produção artesanal de queijo representa uma alternativa econômica de conservação e aproveitamento da produção leiteira, cuja tradição se baseia no modo do saber fazer ancestral, expresso na forma de manipulação do leite, conferindo a cada queijo aparência e sabores peculiares. A maturação é um processo que consiste em modificações físicas, bioquímicas e microbiológicas nos queijos, identificadas como fermentação láctea ou glicólise, proteólise e lipólise, responsáveis pela formação de nova aparência, sabor e textura. Conclui-se que os 184 municípios do Estado do Ceará, situados em quatorze regiões, possuem produtores de leite de vaca e viabilizam a produção de queijos artesanais, como forma de conservar a cultura, a história, a tradição e a inovação no setor lácteo.

**Palavras-chave:** cura, leite cru, queijos artesanais.

## Resumen

El Queijo Artesanal Cearense se produce a partir de leche bovina entera cruda, fresca o refrigerada, respetando los métodos tradicionales, culturales y regionales, utilizando buenas prácticas agrícolas y de fabricación. Mientras tanto, el Queijo de Coalho es conocido por ser un producto típico del Nordeste y es ampliamente consumido por la población regional, ejerciendo influencia cultural, social y económica. El objetivo de este estudio fue diferenciar el proceso de fabricación del Queijo de Coalho del Queijo Artesanal Cearense, a través de una revisión bibliográfica, destacando los principales aspectos de la variedad de quesos artesanales madurados producidos en las siguientes Regiones: Sertão dos Crateús, Sertão Central y Vale do Jaguaribe. En este trabajo se aplicó la metodología de investigación de tipo cuantitativo descriptivo, que tiene como objetivo principal la descripción de las características de las relaciones entre variables. La producción artesanal de quesos representa una alternativa económica para la conservación y aprovechamiento de la producción de leche, cuya tradición se basa en el saber hacer ancestral, expresado en la forma de manipular la leche, dando a cada queso su aspecto y sabores peculiares. La maduración es un proceso que consiste en cambios físicos, bioquímicos y microbiológicos en el queso, identificados como fermentación láctica o glicólisis, proteólisis y lipólisis, responsables de la formación de nueva apariencia, sabor y textura. Se concluye que los 184 municipios del Estado de Ceará, localizados en catorce regiones, tienen productores de leche de vaca y hacen viable la producción de quesos artesanales, como forma de preservar la cultura, la historia, la tradición y la

innovación en el sector lácteo.

**Palabras clave:** maduración, leche cruda, quesos artesanos.

## Abstract

Queijo Artesanal Cearense is produced from fresh or chilled raw whole bovine milk, respecting traditional, cultural and regional methods, using good agricultural and manufacturing practices. Meanwhile, the Queijo de Coalho is known to be a typical northeastern product, and is widely consumed by the regional population, exerting cultural, social, and economic influence. The objective of this study was to differentiate the manufacturing process of Queijo de Coalho from the Queijo Artesanal Cearense, through a literature review, highlighting the main aspects of the variety of matured artisan cheeses produced in the following Regions: Sertão dos Crateús, Sertão Central, and Vale do Jaguaribe. In this work the research methodology of the quantitative descriptive type was applied, which has as its primary objective the description of the characteristics of relationships between variables. The artisanal cheese production represents an economical alternative for the conservation and use of the milk production, whose tradition is based on the ancestral know-how, expressed in the way the milk is handled, giving each cheese its peculiar appearance and flavor. Maturation is a process that consists of physical, biochemical, and microbiological changes in cheeses, identified as lactic fermentation or glycolysis, proteolysis, and lipolysis, responsible for the formation of a new appearance, flavor, and texture. We conclude that the 184 municipalities in the state of Ceará, located in fourteen regions, have cow milk producers and make viable the production of artisan cheeses, as a way to preserve the culture, history, tradition, and innovation in the dairy sector.

**Keywords:** maturing, raw milk, artisan cheeses.

## Introdução

O Queijo de Coalho é uma das últimas grandes inovações da fabricação de queijos no Brasil. Sempre foi um queijo artesanal produzido em vários estados do Nordeste, sobretudo em Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Nesses estados o Queijo de Coalho sempre se destacou entre os principais tipos de Queijos Artesanais de fabricação e consumo, comprovadamente, incorporados à cultura de queijos regional de tradição secular, transferida através de gerações. E, assim, se mantém com seu caráter regional, sendo um produto muito consumido pelo nordestino, seja na forma assado na brasa ou frio. Nesses estados, boa parte de fabricação, ainda é artesanal e o queijo é frequentemente feito com leite cru (FURTADO, 2023). Vale ressaltar que, o Queijo de Coalho adquiriu um caráter nacional, seu consumo tendo se expandido para os estados da região Sudeste e Sul do Brasil. Passou a ser fabricado em escala industrial, com tecnologias adaptadas, a partir de

leite integral ou padronizado, que deverá, obrigatoriamente, ser pasteurizado (FURTADO, 2023).

A denominação Queijo está associada aos produtos de base láctea que não contém gordura ou proteína vegetal de origem não láctea, podendo ser fresco quando está pronto para consumo após a sua fabricação ou maturado quando sofre trocas bioquímicas e físicas devido às características da variedade deste alimento. O Queijo é derivado da separação parcial do soro do leite, ou leite reconstituído ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, para o consumo alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e corantes (BRASIL, 1996).

Enquanto que, Queijo Artesanal Cearense (QAC) é aquele de produção em pequenas agroindústrias e em sua grande maioria, quando produzidos abaixo de 60 dias de maturação não apresentam pesquisa científica que comprove a inocuidade do queijo, não possuem certificação sanitária, ausência de boas práticas de agropecuária e de fabricação, não possuem regulamento técnico de identidade e de qualidade (RTIQ) e nem selo Arte.

Nas Regiões produtoras de QAC situadas no estado do Ceará observadas neste estudo: Região dos Crateús, Região Sertão Central e Região Vale do Jaguaribe, o processo de fabricação requer, inicialmente, em média, dois dias, antes da etapa de maturação ou meia cura dos queijos.

No primeiro dia, recebe-se o leite cru, obrigatoriamente deve ser filtrado e recém-ordenhado com até 2h após a ordenha, em seguida adiciona-se pingo, aguarda-se pela fermentação, e posteriormente se faz a coagulação, o corte da massa, aquecimento da massa, dessoragem, mexedura, aquecimento da massa, enformagem, prensagem, cozimento da massa no soro ou na água quente, a 80 °C por aproximadamente 3 h, sendo esta etapa opcional, sendo esta etapa tradicional mantida de geração para geração.

No segundo dia, a massa enformada deve ser realizada a coleta do soro lácteo salgado (pingo), para a produção do queijo do dia seguinte. O sal comum deve ser

adicionado direto na massa, em seguida realiza-se viragem, escovadas e lavagem das cascas dos queijos em maturação.

Do terceiro dia em diante, os queijos prontos e desenformados e cozidos no soro (etapa opcional para o QAC) são encaminhados a sala de pré-secagem por algumas horas e logo a seguir, destinados a salas de maturação, por um período de 25 a 180 dias, para este estudo, a depender da variedade e região produtora de queijos maturados ou meia cura, cuja temperatura e umidade relativa do ar são controladas.

Posteriormente, os queijos são encaminhados para o mercado local, na qual são embalados e conservados a 10 a 12 °C e expedidos ao mercado consumidor 1 a 5° C. Considera-se como data de fabricação dos queijos frescos o último dia da sua elaboração e dos queijos maturados, o dia do término do período da maturação.

Objetivou-se diferenciar a obtenção de Queijo de Coalho do Queijo Artesanal Cearense, por meio de uma breve revisão de literatura, destacando os principais aspectos de variedade de queijo maturado produzido e sua região correspondente.

## Desenvolvimento

Neste trabalho foi aplicada a metodologia de pesquisa do tipo descritiva quantitativa, que têm como objetivo primordial a descrição das características de relações entre as variáveis, que possibilita maior alcance de informações, além de permitir uma melhor construção e definição do quadro conceitual de estudo (GIL, 2002).

Por meio de pesquisa bibliográfica diferenciou-se o processamento de obtenção de Queijo Artesanal Cearense do Queijo de Coalho. Contudo, três regiões cearenses de produção de queijos maturados e meia cura foram selecionadas: Sertão dos Crateús, Sertão Central e Vale do Jaguaribe. Queijos autorais, queijo artesanal tipo coalho, tipo parmesão e tipo raclette foram identificados por meio de um estudo observacional, caracterizado por pesquisa científica, quando o pesquisador apenas observa de forma esquematizada e sistemática, sem nenhuma interferência pessoal nos acontecimentos estudados, as observações são registradas e esses dados servem como base para as descrições e análises por parte do pesquisador (GIL, 2019).

## Características do processo de fabricação do Queijo Artesanal Cearense

O artigo 1º da Lei nº 1.283, de 18 de Dezembro de 1950, estabeleceu a obrigatoriedade da inspeção de produtos de origem animal no Brasil (BRASIL, 1950). O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), publicado em 1952 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), foi a primeira legislação a abordar a maturação de queijos produzidos a partir de leite cru no Brasil. Na ocasião, foi determinado que esse tipo de produto apenas poderia ser expedido após um período mínimo de dez dias após sua elaboração (BRASIL, 1952).

Com a publicação da Portaria nº 146, de 07 de março de 1996, do MAPA Brasil (1996), ratificada posteriormente pela Resolução nº 07, de 28 de novembro de 2000 Brasil (2000), houve uma alteração no período mínimo determinado para a maturação. Segundo essas normas, queijos produzidos a partir do leite cru deveriam ser submetidos à maturação, em temperatura superior a 5 °C, por um período mínimo de 60 dias. A mudança ocorreu em virtude da preocupação do órgão de inspeção em assegurar um período de maturação suficiente para a eliminação de possíveis perigos microbiológicos nesses produtos. Tal decisão causou grande insatisfação entre os produtores, visto que, após os 60 dias de maturação, são observadas alterações sensoriais em queijos, como endurecimento e ressecamento, que culminam na perda de identidade do produto e consequente baixa aceitação pelo mercado consumidor. Além disso, um período tão prolongado poderia inviabilizar o processo de maturação nas queijarias por questões relacionadas ao espaço físico para acondicionar os produtos por um longo período e ao menor giro de capital.

Conforme o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, RIISPOA os queijos de leite cru devem ser maturados por no mínimo 60 dias, a uma temperatura superior a 5 °C (BRASIL, 2017).

A obrigatoriedade da maturação de queijos produzidos a partir de leite cru por um período mínimo de 60 dias originou-se de uma determinação realizada em 1987 pelo FDA (Food and Drug Administration), Órgão responsável pela fiscalização de alimentos e medicamentos nos Estados Unidos. Esse país recomendou o *Codex Alimentarius* a orientar essa determinação nos demais países, inclusive no Brasil (CARVALHO, 2015).

A legislação brasileira proibia a produção de queijos artesanais com períodos menores de 60 dias de maturação Brasil, alterada em 2013 pela Instrução Normativa nº 30 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA (BRASIL, 2013).

Sendo permitido a maturação de queijos artesanais por um período inferior a 60 dias, desde que se apresentem estudos técnico-científicos que comprovem a inocuidade do produto, ficando restrita as queijarias situadas em região de Indicação Geográfica (IG) registrada ou tradicionalmente reconhecida e em propriedade certificada como livre de tuberculose e brucelose, conforme o disposto no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT), ou controladas para brucelose e tuberculose pelo Órgão Estadual de Defesa Sanitária Animal (BRASIL, 2013).

A partir da publicação da Lei 13.860, de 14 de junho de 2018 que altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950 foi o marco da legislação de produtos artesanais no Brasil, esta Lei de 2018 trata sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal e foi publicada após o evento no Rock in Rio, onde uma gastrônoma perdeu mais de 150 kg de queijos artesanais (BRASIL, 1950; BRASIL, 2018).

O Quadro 01 apresenta normas do estado do Ceará para queijos artesanais e suas descrições.

**Quadro 01:** Evolução cronológica e de abrangência da legislação estadual relacionada a queijos artesanal cearense.

<b>Estado</b>	<b>Número da legislação</b>	<b>Descrição</b>
CE	Portaria nº 054/2020, de 14 de setembro de 2020	Dispõe sobre a delegação de competências para a concessão do selo Arte no Estado do Ceará. (ADAGRI, 2020).
CE	nº17.318, de 13 de outubro de 2020	Dispõe sobre a regulamentação da produção e a comercialização de queijos e manteigas artesanais no estado do Ceará. (CEARÁ, 2020a).
CE	Lei nº 18.143, de 05 de julho de 2022	Cria o Sistema unificado de sanidade agroindustrial artesanal de pequeno porte, SUSAP/CE. (ADAGRI, 2022).

Fonte: própria (2023).

A Lei nº 17.318 de 2020 define QAC como o Queijo produzido com leite integral, fresco ou refrigerado e cru respeitados os métodos tradicionais, culturais e regionais e com emprego de boas práticas agropecuárias e de fabricação, cuja produção



artesanal representa alternativa econômica de conservação e aproveitamento da produção leiteira (CEARÁ, 2020a).

Considera-se Queijo Artesanal aquele elaborado por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade, e com emprego de boas práticas agropecuárias e de fabricação. O queijeiro artesanal é responsável pela identidade, pela qualidade e pela segurança sanitária do queijo por ele produzido e deve cumprir os requisitos sanitários estabelecidos pelo poder público (BRASIL, 2022a).

O produto alimentício produzido de forma artesanal estará apto a receber o selo Arte:

Art. 5º I - as matérias-primas de origem animal serão de produção própria ou terão origem determinada; II - as técnicas e os utensílios adotados que influenciarem ou determinarem a qualidade e a natureza do produto final serão predominantemente manuais; IV - o processamento será feito por indivíduos que detenham o domínio integral do processo produtivo, prioritariamente a partir de protocolos específicos de elaboração ou de receita e processos próprios; IV - as unidades de produção de matéria-prima e de processamento observarão os requisitos que assegurem a inocuidade e adotarão boas práticas agropecuárias na produção artesanal, com vistas a garantir a produção de alimento seguro ao consumidor; V - o produto final de fabrico será individualizado e genuíno e manterá a singularidade e as características próprias, culturais, regionais ou tradicionais do produto, permitidas a variabilidade sensorial entre os lotes e as inovações, respeitados os outros critérios previstos neste Decreto; e VI - o uso de ingredientes industrializados será restrito ao mínimo necessário, vedada a utilização de corantes e de aromatizantes quando considerados cosméticos (BRASIL, 2022a).

Na fabricação de um queijo que usa o leite cru, poderá ocorrer o surgimento de *off-odors* e *off-flavor* como o ranço; contaminação microbiológica; dificuldades em obter o controle das falhas durante a produção, pela ausência da pasteurização; inconsistência dos padrões físico-químicos, sofrendo alterações pelas condições ambientais que são impostas nesse processo, destacando que o responsável pela produção deve se atentar durante a fabricação, o que pode resultar em um queijo com melhores características (SOBRAL et al., 2017).

Vários estudos indicam a presença de contaminação por bactérias em queijos artesanais, tais como: *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, podendo estes microrganismos causarem riscos para a saúde humana. A aplicação

de Boas Práticas de Fabricação é de fundamental importância para manter a qualidade do queijo mantendo-o seguro quanto ao padrão de inocuidade regulamentado.

A Legislação Brasileira vigente determina que, para queijos, o número máximo para *Escherichia coli*/g, seja de  $10^2$  para queijo com umidade abaixo de 46 % e de  $10^3$  para queijos com umidade igual ou acima de 46 % de umidade (BRASIL, 2022b). Entretanto, cabe ressaltar, que estes valores são para queijos industrializados, pois não existe uma legislação específica para queijos artesanais no Brasil, como existe na Comunidade Europeia (CAVALCANTE, et al., 2022).

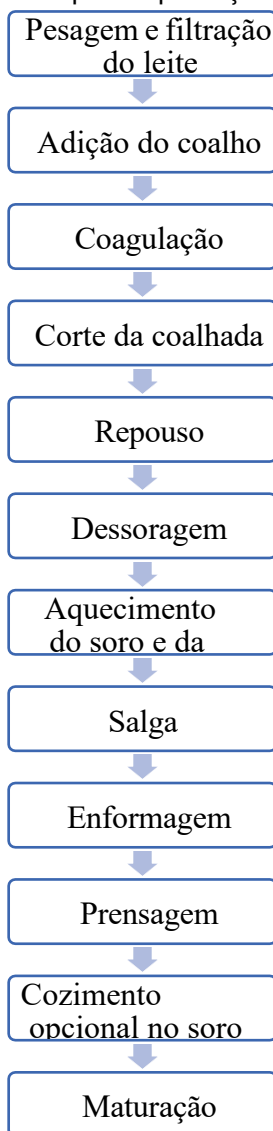
Uma etapa do processamento de QAC que difere do Queijo Coalho é a etapa de aquecimento da massa no soro ou na água, seguida de incorporação na massa, representa a fabricação deste tipo de queijo. Esta etapa é de fundamental importância para a determinação das características sensoriais (sabor, aroma e textura) do QAC fabricado com leite cru e sem nenhuma adição de produtos industrializados segundo (CAVALCANTE, 2016). Por ser obtido de forma manual, existe uma dificuldade de padronização do processo e caracterização para estes tipos de queijos, produzidos nas diferentes regiões do estado do Ceará, devido à particularidade do “saber fazer” ancestral de cada produtor.

Produzir alimentos de forma artesanal, opõe-se aos modelos modernos de processamento da matéria-prima, modelo esse que é focado em uma larga industrialização e homogeneização que produz alimentos em altas quantidades, e que trabalha pautado no cumprimento de metas e baseado em normativas que possam assegurar a produção de um alimento que atenda um padrão mundial (WILKINSON, 2008).

Diante do exposto, entende-se por queijo fresco, o produto que está pronto para o consumo, logo após a sua fabricação e queijo maturado, o que sofreu as trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da sua variedade. Considerando que, fungos, ácaros e bactérias de grau alimentício, multiplicam-se nas cascas dos queijos durante o período de maturação, produzem enzimas que alteram positivamente o sabor, o aroma e a textura do queijo como produto final. O tempo de maturação do queijo feito a partir de leite cru é definido com base no processo tecnológico de produção de cada variedade de queijo.

Conforme a Figura 01, o processamento de QAC inicia-se logo após a pesagem e filtração do leite cru e finaliza-se com a maturação.

**Figura 01:** Etapas da produção de QAC.



**Fonte:** Ceará, 2020a.

Os nomes são parecidos e podem até confundir o consumidor, o que não quer dizer que o Queijo de Coalho seja melhor que o QAC, e a diferença está no processo de fabricação. O QAC não passa por processos mecânicos ou industrial, sua fabricação é feita a partir de leite cru, fermento natural (pingo), coalho e sal comum, não recebe nenhum tratamento térmico, tais como termização, pasteurização ou esterilização e logo após a prensagem e moldagem a massa é cozida no soro (tradição secular), 80° C por 3 h, conforme tradição. Enquanto que, para a obtenção de Queijo

de Coalho tradicional seguem as recomendações da Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001 (BRASIL, 2001).

Para a fabricação dos Queijo Artesanal Cearense, o leite cru deve ser obtido de um rebanho sadio. A produção deve ser iniciada em até 2 horas após o começo da ordenha para aproveitar a temperatura do leite cru recém-ordenhado, admitindo o resfriamento do leite por até 24 h. Serão utilizadas culturas lácteas naturais e a maturação pode ser realizada em prateleiras de madeira, desde que em boas condições de conservação e não impliquem em risco de contaminação do produto (CEARÁ, 2020a).

O fermento natural (pingo) é recolhido entre a tarde e a noite do primeiro dia de fabricação, na segunda etapa da salga, quando o sal é passado na outra face do queijo (IPHAN, 2014). Esse é utilizado na fabricação de queijos do dia seguinte, com a função de ser um fermento natural (MONTEIRO et al., 2018). A alta contagem de bactérias lácticas (BAL) contribui para as características sensoriais dos queijos e também desempenham uma proteção intrínseca contra microrganismos indesejáveis (CASTRO et al., 2016).

O Coalho é responsável pela coagulação enzimática do leite cru e possui ação direta na proteólise, ou seja, reação de hidrólise das ligações peptídicas formadas entre os aminoácidos de uma proteína. A coagulação transforma o leite líquido em uma massa de característica sólida. A combinação relativamente particular do coalho com o “pingo”, que tem como característica específica um composto de bactérias lactofermentáveis típicas de cada região e as etapas de produção e maturação desses queijos de leite cru, conferem atributos sensoriais únicos (odor, sabor e textura) que permitem a notabilidade por grande parte dos consumidores, além de consequente, fortalecer o registro de Indicação Geográfica (IG).

A moldagem dos queijos ocorre após a coalhada ser cortada em pedaços menores para liberar o soro e, em seguida, moldada em formas, que podem variar com o formato do queijo e tipo de queijo desejado. A salga ajuda a desidratar, inibir o crescimento de bactérias indesejáveis e desenvolver o sabor particular de cada variedade. A maturação de queijos ocorre em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar (em salas de maturação) e são mensuradas com auxílio de um termo-higrômetro.

Sendo que, a maturação é uma etapa que pode variar desde algumas semanas a vários meses, de forma que diversas transformações durante este período, tais como a decomposição da lactose, a quebra das proteínas, o desenvolvimento de sabor, a quebra de ácidos graxos, que conferem sabores mais intensos e complexos aos queijos. Ainda na etapa de maturação, os queijos devem ser cuidadosamente virados, escovados ou lavados para garantir que desenvolvam uma casca adequada e para controlar o crescimento de bactérias indesejadas ao consumidor. Vale ressaltar que, o produtor de queijo artesanal monitora de perto a condição dos queijos e faz os ajustes necessários para garantia da qualidade de seu produto final.

Segundo Cavalcante, Bastos e Fontenele (2017), a maturação do queijo é uma etapa muito importante na fabricação de queijos, na qual ocorre o desenvolvimento das características sensoriais do queijo artesanal. Dessa forma, entende-se que a maturação consiste no período em que os queijos ficam armazenados, anteriormente à sua comercialização, podendo variar de semanas até mais de dois anos, com objetivo de reduzir a presença de microrganismos patogênicos e também desenvolver características sensoriais próprias de cada queijo (COSTA JÚNIOR et al., 2014).

Durante a maturação ocorrem reações bioquímicas primárias e secundárias. Sendo as primárias mais importantes, as quais envolvem processos de fermentação láctica ou glicólise, proteólise e lipólise, e as secundárias compreendem a transformação do ácido láctico, peptídeos e ácidos graxos em produtos variados que contribuem para o refinamento do sabor, aroma e características dos queijos (FOX et al., 2015).

Em um estudo realizado por Cavalcante et al., (2022) concluíram que o tempo de maturação mínimo para o Queijo Coalho Artesanal é de 21 dias, em condições de refrigeração para garantir a inocuidade do produto artesanal. Em síntese, não se deve esquecer que a qualidade do leite cru é de fundamental importância para obtenção de um produto artesanal de qualidade. Portanto, deve-se salientar a importância de boas práticas de produção (ordenha do leite) e boas práticas de fabricação (queijarias) para assegurar um queijo artesanal inócuo e seguro.

## Características do processo de fabricação do Queijo de Coalho

Historicamente, o Queijo de Coalho começou a ser produzido no Ceará por volta do início do século XIV. Devido à produção leiteira e seus derivados, a região onde hoje se situa o Vale do Jaguaribe, é bastante conhecida por sua produção artesanal de Queijo Coalho, tornando-o como parte do reconhecimento e identidade alimentar do estado. Por se tratar de uma atividade artesanal, sua produção ainda encontra inúmeros empecilhos que dificultam a atividade de subsistência familiar, tais como o tempo de fabricação necessário para comercialização (ULISSES, 2016).

A origem do Queijo de Coalho do Ceará, remota a segunda metade do século XVII, quando chegaram a Ribeira do Jaguaribe os primeiros sesmeiros da “Expedição dos Homens do São Francisco”, que vieram ocupar o sertão do Ceará com as fazendas de gado, a partir de 1686, para a criação do gado vacum e a produção do charque. Os deslocamentos com as boiadas eram longos pela Ribeira do Jaguaribe e afluentes, os vaqueiros levavam leite armazenado em bolsas feitas de estômago de animais (matulão) e devido ao longo período das jornadas e as altas temperaturas o leite coagulava até formar uma pasta (queijo primitivo) de bom sabor, que logo agradou o paladar dos vaqueiros (O GLOBO, 2017).

Antigamente, o Queijo de Coalho era conservado em *caixões de madeira coberto com farinha de mandioca, para não ficar duro, era conservado desta maneira durante o verão, para alimentação humana, até chegar o novo período das chuvas no Ceará*, afirma o prof. Dr. Fernando Mourão (CAVALCANTE, 2022).

De acordo com a Instrução Normativa nº 30, de 26 de julho de 2001, entende-se por Queijo de Coalho, aquele que se obtém por coagulação do leite por meio do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializado normalmente com até 10 (dez) dias de fabricação. O Queijo de Coalho é um queijo de média a alta umidade, de massa semicozida ou cozida e apresentando um teor de gordura nos sólidos totais variável entre 35,0 % e 60,0 % (BRASIL, 2001). Os aspectos físico-químicos e sensoriais do queijo de coalho, apresenta-se descrito na Tabela 01.

**Tabela 01:** Aspectos físico-químicos e sensoriais do queijo de coalho.

Umidade	Média a Alta Umidade
Consistência	Semidura, Elástica
Textura	Compacta, Macia
Massa	Cozida ou Semicozida

Cor	Branco Amarelado Uniforme
Sabor	Brando, Ligeiramente Ácido, podendo ser Salgado
Odor	Ligeiramente Ácido, lembrando Massa Coagulada
Crosta	Fina, Sem Trinca, não sendo usual a formação de Casca bem definida
Olhaduras	Algumas Olhaduras Pequenas ou Sem Olhaduras
Formato e Peso	Redondo, Retangular e Quadrado. 250g a 1 kg
Teor de Gordura nos Sólidos Totais	Entre 35% a 60%

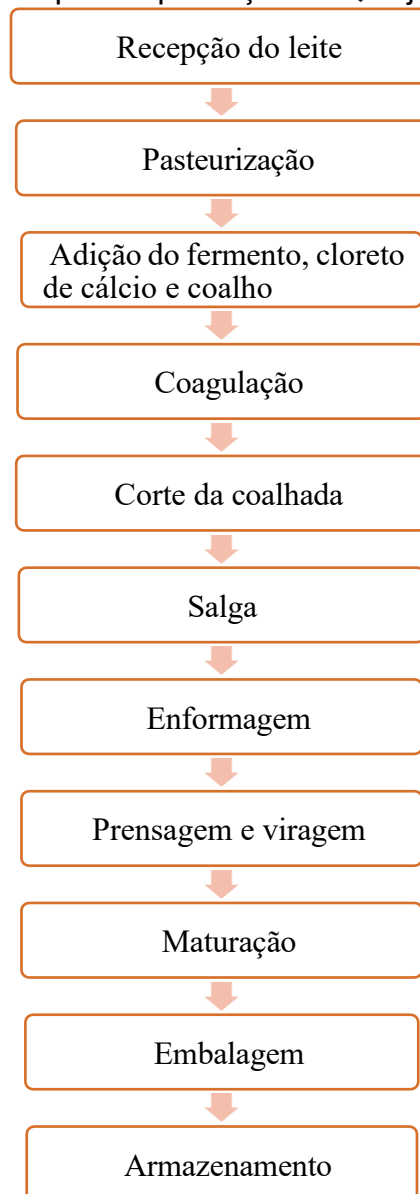
Fonte: BRASIL (2001).

A produção de Queijo de Coalho difere do processamento de QAC (BRASIL 2001; BRASIL 2017; CEARÁ 2020a). Um importante atributo sensorial de qualidade do Queijo Coalho Artesanal é seu derretimento ao ser aquecido. Isso pode ser explicado devido ao seu baixo pH e elevada umidade.

Daí em uso culinário, existem os queijos de coalho que se derretem facilmente quando fritos ou assados na frigideira, enquanto outros não se derretem (CAVALCANTE et al., 2017).

A Figura 02 apresenta o processamento genérico de obtenção de Queijo de Coalho.

**Figura 02:** Etapas de produção de Queijo de Coalho.



**Fonte:** Nassu, Macedo e Lima (2006).

Algumas características funcionais do queijo de coalho, tais como: não derretimento; ranger dos dentes e escurecimento estão atrelados as seguintes causas: menor proteólise, por isso não se deve utilizar fermento proteolítico; menor teor de umidade, menor teor de gordura e maior teor de lactose (SOBRAL et al., 2007).

A capacidade de derretimento pode ser controlada de acordo com variações nas técnicas de fabricação controlando a acidificação e a proteólise durante a estocagem e maturação do queijo. Os principais responsáveis para a maturação do queijo são o coalho, proteases e peptidases do fermento láctico e/ou flora secundária e enzimas naturais do leite. Durante a proteólise ocorre uma fragilização da rede proteica do



queijo, aumentando a capacidade de derretimento do mesmo. Apesar do queijo de coalho não possuir período de maturação, as condições de estocagem e comercialização do mesmo pode favorecer proteólise durante sua vida de prateleira, modificando suas propriedades funcionais. O prazo de validade do queijo de coalho também não possui um padrão, podendo variar de 3 a 4 meses (SOBRAL et al., 2007). Faz se importante saber que, para a obtenção de Queijo de Coalho, a etapa de pasteurização rápida deve ocorrer entre 72 a 75 °C por 15 a 20 segundos, seguida da adição de cloreto de cálcio, perdido nesta etapa. A salga é realizada direto na massa, com sal comum, assim como a comercialização pode ocorrer em até 10 dias, sendo que a partir do segundo dia esses queijos já são embalados a vácuo, rotulados e refrigerados entre 10 e 12 °C, armazenados

por até 10 dias (BRASIL, 2001).

A produção de Queijo de Coalho é principalmente realizada por médias e pequenas queijarias da agricultura de base familiar ou de propriedades rurais de menor porte, e é atribuído valor substancial a esta atividade no que diz respeito à esfera local econômica e social (NASSU, MACEDO; LIMA, 2006; MENEZES et al., 2012).

Não se deve derreter-se quando submetido ao aquecimento, para manter esta característica, deve ser consumido preferentemente fresco, com um mínimo de proteólise e ter a massa muito mineralizada. Em resumo, é um queijo que deve apresentar um alto teor de “caseína intacta”, para evitar o derretimento quando submetido ao calor. Deve “queimar-se” na casca, esta característica é devida à reação de Maillard (escurecimento não enzimático), entre carboidratos e proteínas (aminas). Como não há adição de fermentos, o Queijo de Coalho apresenta bastante lactose residual que, sob o calor intenso, reage com aminas e forma componentes escuros na casca (melanoidinas). Isso também confere um sabor particular, meio “queimado” ou caramelizado ao queijo de Coalho (FURTADO, 2023).

Furtado (2023) recomenda observar os seguintes pontos críticos, durante a obtenção do Queijo de Coalho: não usar fermento láctico (manter massa sem acidez e mineralizada); cozimento da massa a pelo menos 47 °C, para garantir queijo com teor de umidade igual ou inferior a 48 %; queijo tem que manter sua estatura “braseiro”, sem derretimento externo e apresentando a mudança de cor adequado (“gratinado” ou “browning”); pH alto (acima de 6,40, de preferência) para que se mantenha a massa mineralizada e o queijo não se derreta, externamente, no “braseiro”; teor de sal mais

alto (acima de 1,8 %), pois inibe a proteólise primária e ajuda a manter a caseína intacta e boa estrutura do queijo (sem derretimento externo); e por fim, presença de lactose na massa, que garante o “browning” típico desse queijo quando ele é assado (basta não usar fermentos e ter leite de qualidade razoável, sem alta presença de NSLAB, ou seja, Non Starter Lactic Acid Bacterias).

A composição do Queijo de Coalho fresco varia entre 43 a 46 % de umidade, 23 a 25 % de gordura, 46 a 48 % de Gordura no Extrato Seco (GES), sal (cloreto de sódio) 1,8 a 2,0 % e valor de pH entre 6,40 a 6,50 (FURTADO, 2023). De acordo com a Portaria nº 146 de 1996, os queijos podem ser classificados de acordo com seu conteúdo de matéria gorda no extrato seco (%) e de acordo com o conteúdo de umidade (%) (BRASIL, 1996).

Um fato a considerar sobre o Queijo de Coalho, é sobre as suas diversas formas de consumo: fresco, grelhado, assado, frito, como ingrediente de pratos típicos nordestinos,, em espeto de madeira e em barra. Quando consumido fresco, possui média de 10 dias de armazenamento. Grande parte ainda é comercializado de forma informal, principalmente nas praias, assados em braseiros no momento da compra.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, RIISPOA, por meio do Decreto nº 9.013 de 2017 define por Queijo de Coalho, o produto obtido por meio de coagulação do leite induzida através da utilização do coalho animal ou outras enzimas coagulantes apropriadas, podendo ou não ser complementado pela ação de bactérias lácteas selecionadas, e comercializados normalmente, com até 10 dias a partir da fabricação (BRASIL, 2017).

A Lei nº 17.987, de 29 de março de 2022 reconhece o município de Jaguaribe como a terra do Queijo de Coalho no estado do Ceará (CEARÁ, 2022b). Estima-se que o volume de leite processado/dia no município de Jaguaribe, CE seja de 80.119 L, cuja produção de queijo de coalho artesanal/dia seja de 8.011 kg e quantidade de queijo de coalho artesanal /mês seja de 258.400 kg. Atualmente, está sendo implantado a Indicação Geográfica (IG) do Queijo de Coalho Artesanal do município de Jaguaribe, CE, em média de 80 queijarias artesanais e estão sendo contempladas, com apoio financeiro do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, SEBRAE-CE (CAVALCANTE, 2023).

Andrade (2006) discorreu que, apesar da tecnologia para a produção de queijos seja quase que universal (que consiste na coagulação de proteínas do leite através de um coagulante, que pode ser de diversas origens), a maioria dos queijos, apresentam variações a partir da origem do leite, processamento da massa, tempo de maturação, prensagem e muitos outros, criando a ampla variedade que queijos existentes.

A Tabela 02 apresenta diferenças entre a obtenção de Queijo Artesanal Cearense do Queijo de Coalho, muito embora possamos obter Queijo de Coalho Artesanal, cuja nomenclatura está inserida na obtenção de QAC, desde a recepção e filtração do leite até a etapa de maturação, em prateleiras de madeira, a exemplo, o pinho.

**Tabela 02:** Principais diferenças entre o QAC e Queijo de Coalho.

<b>Queijo Artesanal Cearense</b>	<b>Queijo de Coalho</b>
Leite integral, fresco ou refrigerado e cru; ordenhado até 2 h. Refrigerado até 24 h.	Leite Pasteurizado; 72°C/15"; 65°C/30'; 3,00 % gordura; 15 a 18° D.
Não precisa repor o cálcio na massa.	Precisa repor o cálcio na massa.
Soro fermento natural (pingo).	Complementada ou não de bactérias lácteas. Adição opcional de fermento mesofílico tipo 0 ou mesofílico aromático LD.
Leite cru, coalho e pingo	Leite pasteurizado, coalho e cálcio.
Queijos autorais – enformagem depende da variedade do queijo.	Enformagem em formas retangulares de 250 g a 3 kg e forma redonda de 1 kg. Forma redonda de 1 kg.
Maturação (prateleiras de madeira). Sala de maturação com UR ar e temperatura controlada.	Estocagem até 10 dias para comercialização. 10 a 12°C. Embalado à vácuo.
Cozimento da massa opcional no soro ou na água, após prensagem.	Massa semi-cozida (até 45 °C) ou cozida (entre 45 °C e 55 °C).
Não possui RTIQ e nem Decreto.	Possui RTIQ.
Artesanal (CEARA, 2020a).	Industrial (BRASIL, 2001).

**Fonte:** CEARÁ (2020a); BRASIL (2001).

Portanto, entende-se por Queijo de Coalho um produto lácteo típico nordestino e representa um patrimônio cultural e gastronômico da região Nordeste. Enquanto, carregado de história e tradição, o Queijo Artesanal Cearense (QAC) está ligado à herança familiar, passando de geração para geração (CAVALCANTE et al., 2022).

### **Regiões de produção de Queijo Artesanal Cearense**

Contudo, a produção de Queijos Artesanais é geralmente feita em casa, em pequenas queijarias e laticínios de pequeno porte, realizada principalmente por

agricultores familiares que encontram nessa atividade, sua principal fonte de renda, ao longo das gerações.

Entende-se que os 184 municípios do Estado do Ceará destinam-se a produção de leite de vaca, distribuídos em quatorze regiões produtoras de Queijos Artesanal e de Queijo de Coalho. O terroir é uma região delimitada pela associação das características do lugar, tais como a geografia, a natureza, o odor típico do curral, o solo, o clima, a flora bacteriana local, a umidade, a fatores sociais resultando em um produto de características bem específicas.

Temperaturas maiores que 25°C podem causar diversos defeitos nos queijos: rancificação, trincas nas casca e deterioração devido a excessiva atividade dos microrganismos. Ao oposto disto, quando as temperaturas são menores que 5 °C, pode haver uma drástica redução da atividade de microrganismos e de enzimas de interesse biotecnológico, com impacto direto nas reações físico-químicas e bioquímicas e sensoriais dos queijos (DURU et al., 2018).

O Quadro 02 apresenta a quantidade de queijarias, a região e o município em que o QAC está inserido. Assim como, a altitude. Vale a pena ressaltar que, a cada 100 m de altitude, aumenta-se 1 °C na temperatura local, favorecendo o processo biotecnológico de queijos e a inocuidade dos mesmos.

**Quadro 2:** Características de produção dos principais Queijos Artesanais Cearense.

Artesanal do Ceará	Origem	Leite	Tempo de Maturação ou Meia Cura	Principais Características dos Queijos	Variedade do Queijo
Queijarias Artesanais n=2 Região Vale do Jaguaribe Limoeiro do Norte, CE 70 m de altitude	Vaca	Cru	25 a 150 dias	Formato redondo. Coloração amarelada ou amarelo alaranjado. Massa macia e untosa de cor marfim. Queijo de massa prensada não cozida e casca lavada. Queijo de casca com mofo. Com presença de crostas sem trincas nas cascas. Coloração amarelo-ouro, casca semidura e textura compacta. Massa cozida no soro.	Queijos Autorais. Queijo Tipo Coalho. Tipo Raclette.
Queijaria Artesanal n=1	Vaca	Cru	30 a 40 dias	Formato redondo.	Queijo Tipo

Região Vale do Jaguaribe Jaguaribe, CE 119,4 m de altitude				Coloração amarelada. Massa cozida no soro.	Coalho.
Queijaria Artesanal n=1 Região Vale do Jaguaribe Morada Nova, CE 52 m de altitude	Vaca	Cru	35 dias	Formato Redondo. Coloração branco- amarelada. Massa cozida no soro.	Queijo Tipo Coalho.
Queijaria Artesanal n=1 Região Sertão dos Crateús Hidrolândia, CE 186 m de altitude	Vaca	Cru	30 dias	Formato redondo. Coloração branco- amarelada. Massa cozida no soro.	Queijo Autorial.
Queijarias Artesanais n=3 Região Sertão Central Quixeramobim, CE 191 m de altitude	Vaca	Cru	21 dias a 16 meses	Formato redondo. Cor amarelada. Casca com mofo. Duro. Queijo de coloração da casca encarnada, por ação de uma bactéria gram positiva <i>Brevibacterium lenens</i> típica do ambiente da queijaria. Massa cozida no soro.	Queijos Autorais.  Queijo Tipo Coalho.  Tipo Parmesão.

Fonte: própria (2023).

Para este estudo, a altitude observada nos municípios de produção de QAC variou entre 51 a 191 metros, podendo ser este um dos fatores de diferença de sabor, aroma, textura, odor e cor atribuído ao produto final. A altitude foi relevante na contagem de bactérias lácticas, BAL nas amostras de queijo de minas artesanal. A contagem na altitude de 600 a 900 m foi mais alta que a registrada na altitude de 900 a 1000 m ( $P < 0,05$ ), e a contagem na altitude acima de 1000 m foi intermediária entre as duas altitudes citadas ( $P > 0,05$ ), para ambos os meios (RESENDE et al., 2011). Sugere-se que as espécies pesquisadas estejam bem adaptadas ao ambiente de produção do queijo artesanal produzido em cada região citada neste estudo, contribuindo, talvez, para o desenvolvimento de características sensoriais do produto final.

## Considerações finais

O Queijo Artesanal Cearense é fabricado a partir de técnicas tradicionais e conhecimentos de domínio dos produtores e transmitidos de geração para geração. Faz-se necessários estudos futuros para caracterizar os queijos artesanal cearense nas demais regiões produtoras, assim como estudos científicos sobre o tempo

mínimo de maturação das diferentes variedades de queijos, conforme a tradição histórica e cultural. Pouco se foi estudado, por isso o acervo de publicações científicas sobre as características e do modo de saber fazer ancestral desses tipos de queijos, ainda é pouco explorada.

## Referências

ADAGRI. Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará. Lei nº18.143, de 5 de julho de 2022. Cria o Sistema Unificado Estadual de Sanidade Agroindustrial Artesanal de Pequeno Porte – SUAP/CE. **Diário Oficial do Estado**. Série 3. No XIV nº 137. Fortaleza. 05 de julho de 2022.

ADAGRI. Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará. Portaria nº 054/2020. Dispõe sobre a delegação de competências para a concessão do selo arte no estado do Ceará. **Diário Oficial do Estado**. Série 3. Ano XII nº 209. Fortaleza. 21 de setembro de 2020.

BRASIL. Congresso Nacional. Decreto nº 9.918, de 18 jun. 1950. Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 19 Dez. 1950. Seção 1, p. 18161.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal - RIISPOA. **Diário Oficial dos Estados Unidos do Brasil**, Rio de Janeiro, 7 jul. 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 48, p. 3977, 11 mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Aprova os regulamentos técnicos 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 jul. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 07 de agosto de 2013. Revoga a Instrução Normativa nº 57. **Diário Oficial da União**, Brasília, 8 ago. 2013. Seção 1, p.19

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial União**, Brasília, 30 mar. 2017.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 13.680, de 14 jul. 2018. Altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, para dispor sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 15 Jul. 2018. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria mapa nº 531, de 16 de dezembro de 2022. Estabelece requisitos para concessão dos selos ARTE e Queijo Artesanal pelos Órgãos de Agricultura e Pecuária Federal, Estaduais, Municipais e Distrital; define os padrões de numeração de logotipos dos selos de identificação artesanal; e institui o Manual de Auditoria do processo de concessão de selos de Identificação Artesanal. **Diário Oficial da União**. Publicado em: 19 de Dezembro de 2022. Edição: 237-B. Seção: 1 - Extra B. Página:1. 2022a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diretoria Colegiada. Instrução Normativa nº 161, de 1 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Edição: 126. Seção: 1. 2022b. p. 235.

CARVALHO, M. M.; LINDNER, J. D.; FARINA, L. O. A produção de queijo colonial artesanal no município de Seara, estado de Santa Catarina, frente à legislação brasileira. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 5, p. 253-261, set.-out. 2015.

CASTRO, R.D.; OLIVEIRA, L.G.; SANT'ANNA, F.M. et al. Lactic acid microbiota identification in water, raw milk, endogenous starter culture, and fresh Minas artisanal cheese from the Campo das Vertentes region of Brazil during the dry and rainy seasons. **J. Dairy Sci.**, v.99, p.6086-6096, 2016.

CAVALCANTE, J. F. M. Queijo Coalho artesanal no estado do Ceará. **In: CAVALCANTE, J, F, M (org.). O queijo coalho artesanal no nordeste do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S.A, 2016.

CAVALCANTE, J, F, M; BASTOS, M, S, R; FONTENELE, M, A. Queijo Coalho artesanal no estado do Ceará. **In: CAVALCANTE, J, F, M (org.). O queijo coalho artesanal no nordeste do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S.A, pp. 35- 78, 2017.

CAVALCANTE, M. F. Entrevista com o presidente da queijaribe. **Queijo Coalho Brasil**. 2023. Disponível em: <http://www.queijocoalhobrasil.com/entrevista-com-o-presidente-da-queijaribe/>. Acesso em: 25 maio 2023.

CAVALCANTE, M. F. A origem do queijo de coalho de Jaguaribe, Ceará, **Queijo Coalho Brasil**. 2022. Disponível em: <http://www.queijocoalhobrasil.com/a-origem-do-queijo-de-coalho-de-jaguaribe-ceara-brasil/> Acesso em: 30 maio 2023.

CAVALCANTE, J. F. M; SILVA, P. L.; DANTAS, A. C. P.; AGUIAR, I. R. F. Determinação do tempo mínimo de maturação do Queijo Coalho Artesanal do Ceará, visando atender exigências de inocuidade. **Pesquisas e inovações em Ciências Agrárias: Produções Científicas Multidisciplinares no Século XXI**, Volume 2. Capítulo 22. DOI:

10.55232/10830015.22. p. 268-277. 2022.

CEARÁ. Governo do Estado do Ceará. Assembleia Legislativa. Lei nº 17.318, de 13 de outubro de 2020. Dispõe sobre a regulamentação da produção e a comercialização de queijos e manteigas artesanais no estado do Ceará. **Diário Oficial do Estado**. 13 de out. 2020a.

CEARÁ. Governo do Estado do Ceará. Assembleia Legislativa. Lei nº 17.987, de 29 de março de 2022. Reconhece o município de Jaguaribe como a terra do queijo de coalho no estado do Ceará. **Diário Oficial do Estado**. 30 março 2022b.

COSTA JÚNIOR, L. C. G.; RESPLANDE, F. A.; COSTA, R. G. B.; RESENDE, E. C.; CARVALHO, K. B.A. Maturação do queijo Minas artesanal da microrregião Campo das Vertentes e os efeitos dos períodos seco e chuvoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 2, 2014. p. 111-120.

DURU, I. C., LAINE, P., ANDREEVSKAYA, M., PAULIN, L., KANANEN, S., TYNKKYNEN, S., & SMOLANDER, O. P. ILHAN CEM et al. Metagenomic and metatranscriptomic analysis of the microbial community in Swiss-type Maasdam cheese during ripening. **International journal of food microbiology**, v. 281, p. 10-22, 2018.

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; UNIACKE, T.; O'MAHONY, J. A. **Dairy chemistry and biochemistry**. 2th ed. New York: Springer, 2015. 584 p.

FURTADO, M.M. Receituário Brasileiro de Queijos. 2ª Edição ampliada, Valinhos, SP: **Editora Setembro**, 2023, 345 p.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

IPHAN. INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Dossiê interpretativo do modo artesanal de fazer queijo de Minas: Serro, Serra da Canastra e Serra do Salitre (Alto Paranaíba)**. Brasília, DF: IPHAN, 2014, 140p.

MENEZES, S. S. M.; SILVA, J. N. G.; SANTOS, S. QUEIJO DE COALHO CASEIRO: a tradição como ativo territorial no município de Porto da Folha. *Ateliê Geográfico*, v. 6, n. 3, p. 52-71, 2012.

MONTEIRO, R. P.; MATTA, V. M. C.; MACHADO, R. L. P.; SÁ, D. D. G. C. F., TAKEITI, C. Y.; MORAES, M. C. ; PORTES, P. C. A. Queijo Minas Artesanal: Valorizando a Agroindústria Familiar. Rio de Janeiro: **Embrapa Agroindústria de Alimentos**. 2018.

NASSU, R. T.; MACEDO, B.A.; LIMA, M.H.P. Queijo de Coalho. EMBRAPA. **Informação Tecnológica**. Brasília, 2006.

SOBRAL, D.; PAULA, J. C. J.; SILVA, P. H. F. Queijo de Coalho: Características e tecnologia.

**Informe Agropecuário, Agroindústria: Leite e Derivados**, v. 28, n. 238, p. 57-62, 2007.



SOBRAL, D.; COSTA, R. G. B.; DE PAULA, J. C. J.; TEODORO, V. A. M.; MOREIRA, G. M.M.M.; PINTO, M. S. Principais defeitos em queijo minas artesanal: uma revisão. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 72, n. 2, p. 108-120, abr/jun, 2017 DOI: 10.14295/2238-6416.v72i2.600

O GLOBO. De origem nordestina, queijo coalho é sucesso no Brasil inteiro. **O Globo Rio**. Publicado em 03/08/2017. Disponível em <https://oglobo.globo.com/rio/bairros/de-origem-nordestina-queijo-coalho-sucesso-no-brasil-inteiro-21659469>. Acesso em 10/09/2019.

RESENDE, M. F. S. et al. Queijo de minas artesanal da Serra da Canastra: influência da altitude das queijarias nas populações de bactérias acidoláticas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1567-1573, 2011.

ULISSES, IVANEIDE BARBOSA. Consumo da tradição: a inserção do queijo coalho de Jaguaribe-CE no mercado de produtos artesanais, (1970-2010). 2016. 206 f. **Tese (Doutorado em 2016)** - Universidade Estadual do Ceará, , 2016. Disponível em: <http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=83871> Acesso em: 4 de julho de 2023.

WILKINSON, J. Mercados, Redes e Valores: o novo mundo da agricultura familiar. Porto Alegre: Editora da UFRGS, **Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural**, 2008.

**REAPROVEITAMENTO DOS SUBPRODUTOS ORIUNDOS  
DA AGROINDÚSTRIA PARA APLICAÇÕES NA  
ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES: REVISÃO  
INTEGRATIVA DA LITERATURA**

**REUTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA  
AGROINDUSTRIA PARA APLICACIONES EN LA  
ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES: REVISIÓN  
INTEGRATIVA DE LITERATURA**

**REUSE OF BY-PRODUCTS FROM AGROINDUSTRY FOR  
APPLICATIONS IN RUMINANT FEEDING: INTEGRATIVE  
LITERATURE REVIEW**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.337-357>

**Williams Valdevino do Nascimento**

Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, williams.nascimento@ceca.ufal.br

**Heberth Gustavo Ferreira Alves**

Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, heberth.alves@ceca.ufal.br

**Edjane Costa dos Santos Batista**

Mestranda em Ciência Animal, Universidade Federal de Alagoas, janebatista\_100@hotmail.com

**Fábio Francisco da Silva**

Mestre em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, msczootecnista2014@gmail.com

**Emeson Farias Araujo Santos**

Mestre em Ciências, Universidade Federal de Alagoas, emeson.araujo.santos@gmail.com

## Resumo

Para ter sucesso no desempenho do animal e, conseqüentemente na produção de bovinos de cortes, é necessário o manejo adequado de uma alimentação eficiente, além das questões genéticas. Diante disso, este trabalho teve por objetivo investigar o cenário da produção científica acerca do reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes. Com isso, trata-se de um estudo bibliográfico de cunho quali-quantitativo baseado na pesquisa de revisão integrativa da literatura. Os descritores de buscas foram: “Resíduos agroindustriais” AND “alimentação de ruminantes”; Ruminantes AND (agroindústria OR “economia circular” OR resíduos) AND alimentação. Os critérios de inclusão adotados foram: estudos experimentais; estudo de caso; artigos; capítulo de livros; Resumos expandidos; Resumos simples; trabalho de conclusão de curso; dissertação; tese; trabalhos publicados em inglês; trabalhos publicados em português; trabalhos publicados em espanhol; trabalhos publicados entre os anos de 2000 a 2023. Os critérios de exclusão adotados nesta pesquisa foram: Trabalhos duplicados; Estudos secundários; Estudos que não utilizaram resíduos da agroindústria; Estudos que utilizaram a animais não ruminantes; Estudos publicados em anos anteriores de 2000. Logo, as buscas foram realizadas em bases de dados eletrônicas: Science Direct; Scopus; Scielo; Google scholar; BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações); La Referencia Red de repositorios de acceso abierto a la ciência. Como resultado, foram rastreados cerca de 1.514 nos quais apenas 12 foram caracterizados como elegíveis para compor a revisão. Destes trabalhos, a caracterização mais frequente foi sobre a utilização de resíduos como alternativa para a alimentação de ovinos. Esses resultados mostram que há possibilidades de alimentação em ruminantes mais econômicas e sustentáveis, a qual é oriunda da utilização de resíduos da agroindústria. Além de que esta alternativa é eficiente no Brasil devido ao forte mercado existente no país acerca do agronegócio, principalmente da agricultura e pesca. Foi possível concluir que a utilização dos resíduos agroindustriais é uma alternativa eficiente na tentativa de promover uma alimentação de qualidade e com menor custo-benefício, no entanto é necessário investigar quais as concentrações ideais, pois dependendo da concentração e modo de preparo utilizado pode surtir efeito negativo do desempenho do animal.

**Palavras-chave:** Agroindústria, ruminantes, agronegócio, nutrição.

## Resumen

Para tener éxito en el desempeño animal y, consecuentemente, en la producción de ganado vacuno, es necesario un adecuado manejo de alimentación eficiente, además de cuestiones genéticas. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo investigar el escenario de producción científica sobre la reutilización de subproductos de la agroindustria para aplicaciones en la alimentación de rumiantes. Por lo tanto, es un estudio bibliográfico cualitativo y cuantitativo basado en una investigación integradora de revisión de literatura. Los descriptores de búsqueda fueron: “Residuos agroindustriales” Y “alimentación de rumiantes”; Rumiantes Y (agroindustria O “economía circular” O residuos) Y alimentos. Los criterios de inclusión adoptados fueron: estudios experimentales; estudio de caso; artículos; capítulo del libro;

resúmenes ampliados; resúmenes simples; proyecto final de curso; disertación; tesis; obras publicadas en inglés; obras publicadas en portugués; obras publicadas en español; obras publicadas entre los años 2000 a 2023. Los criterios de exclusión adoptados en esta investigación fueron: Obras duplicadas; estudios secundarios; Estudios que no utilizaron residuos de la agroindustria; Estudios que utilizaron animales no rumiantes; Estudios publicados en años anteriores al 2000. Por tanto, las búsquedas se realizaron en bases de datos electrónicas: Science Direct; Scopus; Scielo; Google Académico; BDTD (Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones); La Referencia Red de repositorios de acceso abierto a la ciencia. Como resultado, se seleccionaron aproximadamente 1514, de los cuales solo 12 se caracterizaron como elegibles para componer la revisión. De estos trabajos, la caracterización más frecuente fue sobre el aprovechamiento de los residuos como alternativa para la alimentación de los ovinos. Estos resultados muestran que existen posibilidades para una alimentación más económica y sostenible de los rumiantes, que proviene del aprovechamiento de los residuos de la agroindustria. Además, esta alternativa es eficiente en Brasil debido al mercado fuerte en el país para la agroindustria, principalmente agricultura y pesca. Se pudo concluir que el uso de residuos agroindustriales es una alternativa eficiente en el intento de promover alimentos de calidad con menor costo-efectividad, sin embargo, es necesario investigar cuáles son las concentraciones ideales, pues dependiendo de la concentración y método de preparación utilizada, puede tener un efecto negativo en el rendimiento del animal.

**Palabras clave:** Agroindustria, rumiantes, agroindustria, nutrición.

## Abstract

To be successful in animal performance and, consequently, in the production of beef cattle, proper management of efficient feeding is necessary, in addition to genetic issues. Therefore, this work aimed to investigate the scenario of scientific production about the reuse of by-products from the agroindustry for applications in ruminant feeding. Thus, it is a qualitative and quantitative bibliographic study based on integrative literature review research. The search descriptors were: "Agribusiness waste" AND "ruminant feeding"; Ruminants AND (agribusiness OR "circular economy" OR waste) AND food. The inclusion criteria adopted were: experimental studies; case study; articles; book chapter; Expanded summaries; Simple summaries; completion of course work; dissertation; thesis; works published in English; works published in Portuguese; works published in Spanish; works published between the years 2000 to 2023. The exclusion criteria adopted in this research were: Duplicate works; Secondary studies; Studies that did not use agro-industry residues; Studies that used non-ruminant animals; Studies published in previous years of 2000. Therefore, the searches were carried out in electronic databases: Science Direct; Scopus; Scielo; Google Scholar; BDTD (Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations); La Referencia Red de repositories open access to science. As a result, approximately 1,514 were screened, of which only 12 were characterized as eligible to compose the review. Of these works, the most frequent characterization was about the use of residues as an alternative for feeding sheep. These results show that there are possibilities for more economical and sustainable feeding of ruminants, which comes from the use of agro-industry residues. In addition, this alternative is efficient in Brazil due to the strong

market in the country for agribusiness, mainly agriculture and fishing. It was possible to conclude that the use of agro-industrial residues is an efficient alternative in an attempt to promote quality food with lower cost-effectiveness, however it is necessary to investigate which are the ideal concentrations, because depending on the concentration and method of preparation used, it can have an effect. negative performance of the animal.

**Keywords:** Agribusiness, ruminants, agribusiness, nutrition.

## Introdução

O Brasil é o maior exportador de carne bovina a nível mundial há aproximadamente 17 anos, (SCHEIDT et al., 2023; ABIEC, 2022; FERRAZ; FELÍCIO, 2010). Somando-se a isto, é importante compreender que para ter sucesso no desempenho do animal e, conseqüentemente na produção de bovinos de cortes, é necessário o manejo adequado de uma alimentação eficiente, além das questões genéticas (SCHEIDT et al., 2023).

Além disso, compreende-se que os animais respondem de diferentes formas a diferentes suplementações nutricionais, as quais são decorrentes de alterações nos padrões de expressão gênica (ZHANG, 2015). Sendo assim, através de exposições dietéticas há possibilidade de modular características dos animais, acarretando tanto no seu crescimento, bem como no bem-estar animal (MCKAY; MATHERS, 2011).

Diante disso, torna-se interessante que haja investigação de diferentes suplementações dietéticas nos animais, a fim de compor qual melhor suplementação levando em consideração seu manejo, eficiência na qualidade da carne e com menor custo benefício (FERRACINI et al., 2023). Diante disso, há diversas possibilidades de suplementação com baixo custo e ambientalmente amigável para suplementação alimentar para o desempenho de ruminantes. Com isso, o objetivo deste trabalho foi investigar o cenário da produção científica acerca do reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes.

## Referencial teórico

Uma das grandes influências para a alimentação da população mundial é a pecuária bovina de corte brasileira, exemplo disso é a posição de destaque o Brasil ocupa no mercado das exportações, sendo um dos maiores exportadores mundiais da carne bovina (ABIEC, 2021). Exemplo dessa posição de destaque foi a exportação de

carne bovina para aproximadamente 150 países com cerca de 2 milhões de toneladas de carne, a qual representa aproximadamente 14% comercialização do produto no mercado internacional no ano de 2020 (ARAGÃO, 2021; ABIEC, 2021).

De forma geral, aproximadamente 200 milhões de bovinos, 11 milhões de caprinos, 1 milhão de bubalinos e 20 milhões de ovinos representam os principais ruminantes na produção animal no Brasil, esquematizado na **Tabela 01** (SCHEIDT et al., 2023). Além disso, a pecuária de corte no Brasil apresenta uma procura nos sistemas de produção, uma vez que há uma diversidade de ecossistemas (FERRACINI et al., 2023). Com isso, um dos principais objetivos voltado à pecuária de corte é a produção animal, sendo caracterizado e avaliado diferentes fases ou ciclo de criação (FERRACINI et al., 2023). Diante disso, um dos entraves é a tomada de decisão para selecionar quais os recursos, tecnologias de produção e planejamento alimentar que será adotado para melhor rendimento no desempenho do animal (FACTORI; COSTA; FERNANDES, 2023).

**Tabela 01:** Os principais ruminantes na produção animal no Brasil e os principais tipos de rações utilizados para alimentação dos rebanhos.

Classes dos Ruminantes	Quantitativo do rebanho no Brasil	Características alimentares	Rações mais usados para alimentação
<b>Bovinos</b>	200 milhões	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mínimo de 28% FDN, 75% vindo da forragem (=21% de FDN forragem) – Garantir efetividade da dieta – estimular ruminação;</li> <li>▪ Subproduto fibrosos – 30 a 32% de FDN na dieta;</li> <li>▪ Mínimo de 18% de FDA na dieta;</li> <li>▪ Tamanho partículas forragem – mínimo 0,6 a 1,0 cm;</li> <li>▪ O tipo de ração a ser escolhida deve ser baseada no objetivo da criação do bovino, como exemplo: A ração é para engorda, acabamento de carcaça ou desmame e recria?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pastagens - tanto as naturais quanto as artificiais;</li> <li>▪ Forrageiras como feno, silagem, Capim como o capim- elefante;</li> <li>▪ Cana-de-açúcar;</li> <li>▪ Milho, soja ou sorgo;</li> <li>▪ Farelos como os de amendoim, girassol, algodão;</li> <li>▪ Trigo;</li> <li>▪ Melaço.</li> </ul>
<b>Caprinos</b>	11 milhões	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Normalmente, a fonte principal de alimentos advém da própria vegetação nativa da região, cujas folhas e ramos são bastante apreciados pelos caprinos;</li> <li>▪ Eles consomem, e até preferem plantas de folhas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unha-de-Gato;</li> <li>▪ Mororó;</li> <li>▪ Jurema Preta;</li> <li>▪ Camaratuba;</li> <li>▪ Maria Preta;</li> <li>▪ Pau Ferro.</li> </ul>

		<p>largas, ou seja, as dicotiledôneas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ São altamente produtivos também pastejando gramíneas ou outras forrageiras de folhas estreitas, que são as monocotiledôneas;</li> <li>▪ Seu custo e influência na produção são tão elevados que determinam a necessidade de atenção especial;</li> <li>▪ As exigências nutricionais de um caprino variam conforme seu estágio de desenvolvimento, o estado fisiológico e o nível de produção pretendido.</li> </ul>	
<b>Bubalinos</b>	1 milhão	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gramíneas de pasto/ Feno;</li> <li>▪ Silagem (Milho Sorgo);</li> <li>▪ Farelo (Algodão / soja / milho);</li> <li>▪ Resíduos agroindustriais (raspa de mandioca, nabo forrageiro, bagaço de cana, polpa cítrica, resíduos de cervejaria).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gramíneas de pasto/ Feno;</li> <li>▪ Silagem (Milho Sorgo);</li> <li>▪ Farelo (Algodão / soja / milho);</li> <li>▪ Resíduos agroindustriais (raspa de mandioca, nabo forrageiro, bagaço de cana, polpa cítrica, resíduos de cervejaria).</li> </ul>
<b>Ovinos</b>	20 milhões	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ capim-andropogon;</li> <li>▪ capim- braquiária, capim- buffel, capim tifton, estrela-africana;</li> <li>▪ amendoim forrageiro, guandu, feijão andu, leucena, estilosantes;</li> <li>▪ algaroba, gliricídia, aveia, trigo;</li> <li>▪ cevada, centeio, milho, sorgo, arroz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ capim-andropogon;</li> <li>▪ capim-braquiária, capim- buffel, capim tifton, estrela-africana;</li> <li>▪ amendoim forrageiro, guandu, feijão andu, leucena, estilosantes;</li> <li>▪ algaroba, gliricídia, aveia, trigo;</li> <li>▪ cevada, centeio, milho, sorgo, arroz.</li> </ul>

Fonte: Embrapa (2022) e Scheidt et al., (2023).

Há diferentes fatores que podem influenciar diretamente na produção leiteira e de corte considerando a produção em larga escala, sendo como fator principal o custo da alimentação animal, a qual acarreta fortes impactos econômicos (SCHEIDT et al., 2023). Neste sentido, compreende-se o milho, farelo de soja, sorgo entre outros nutrientes como um fator de forte interferência na economia destinada a oferta de alimentos, principalmente nos períodos de estiagem (FERRACINI et al., 2023). Com isso, há uma necessidade de buscar novas alternativas nutricionais que sejam de qualidade e com um preço mais acessível para os produtores (SCHEIDT et al., 2023).

Neste liame, os resíduos agroindustriais são caracterizados como uma alternativa economicamente viável, bem como ambientalmente amigável para ser usados como suplementação animal (FACTORI; COSTA; FERNANDES, 2023). Isto porque os ruminantes apresenta uma estrutura anatômica do estômago, a qual contém uma microbiota complexa que é capaz de degradar determinados alimentos (FERRACINI et al., 2023). Somando-se a isto, grande parte dos alimentos agroindustriais não apresentam armazenamento adequado, acarretando em poluição ambiental e, com isso, o reaproveitamento destes resíduos além de fornecer benefícios econômicos agrega valor sustentável ao meio ambiente (FACTORI; COSTA; FERNANDES, 2023).

## **Metodologia**

### **Objeto de estudo**

Trata-se de um estudo bibliográfico de cunho quali-quantitativo baseado na pesquisa de revisão integrativa da literatura na busca de compreender o cenário da produção científica acerca do reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes. Tendo em vista que esta pesquisa é executada com dados de acesso livre e irrestrito a população, não foi necessário autorização do comitê de ética.

### **Critérios de elegibilidade**

#### **Critérios de inclusão**

Os critérios de inclusão adotados foram: (1) estudos experimentais; (2) estudo de caso; (3) artigos; (5) capítulo de livros; (6) Resumos expandidos; (7) Resumos simples; (8) trabalho de conclusão de curso; (9) dissertação; (10) tese; (11) trabalhos publicados em inglês; (12) trabalhos publicados em português; (13) trabalhos publicados em espanhol; (14) trabalhos publicados entre os anos de 2000 a 2023.

#### **Critérios de exclusão**

Os critérios de exclusão adotadas nesta pesquisa foram: (1) Trabalhos duplicados; (2) Estudos secundários; (3) Estudos que não utilizaram resíduos da



agroindústria; (4) Estudos que utilizaram animais não ruminantes; (5) Estudos publicados em anos anteriores de 2000.

### Fontes de informações

As buscas foram realizadas em bases de dados eletrônicas: (1) Science Direct; (2) Scopus; (3) Scielo; (4) Google scholar; (5) BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações); (6) La Referencia Red de repositorios de acceso abierto a la ciencia. As pesquisas foram realizadas durante o período do mês 04 até 06 do ano de 2023 por meio de termos-chaves determinadas nos idiomas Português, Espanhol e Inglês levando em consideração as publicações entre os anos 2000 a 2023.

### Estratégias de busca e elegibilidade dos estudos

#### Condição de interesse

Características gerais do trabalho como objetivo, metodologia, principais resultados, quais são os principais resíduos agroindustriais, limitações e perspectivas futuras.

#### Intervenção

Uso de resíduo agroindustrial como aditivo alimentar de ruminantes. Delineamento dos estudos incluídos Estudos laboratoriais, experimentais, pré-clínicos, clínicos, *in vivo* e *in vitro*.

### Estratégias de Pesquisa por descritores de busca

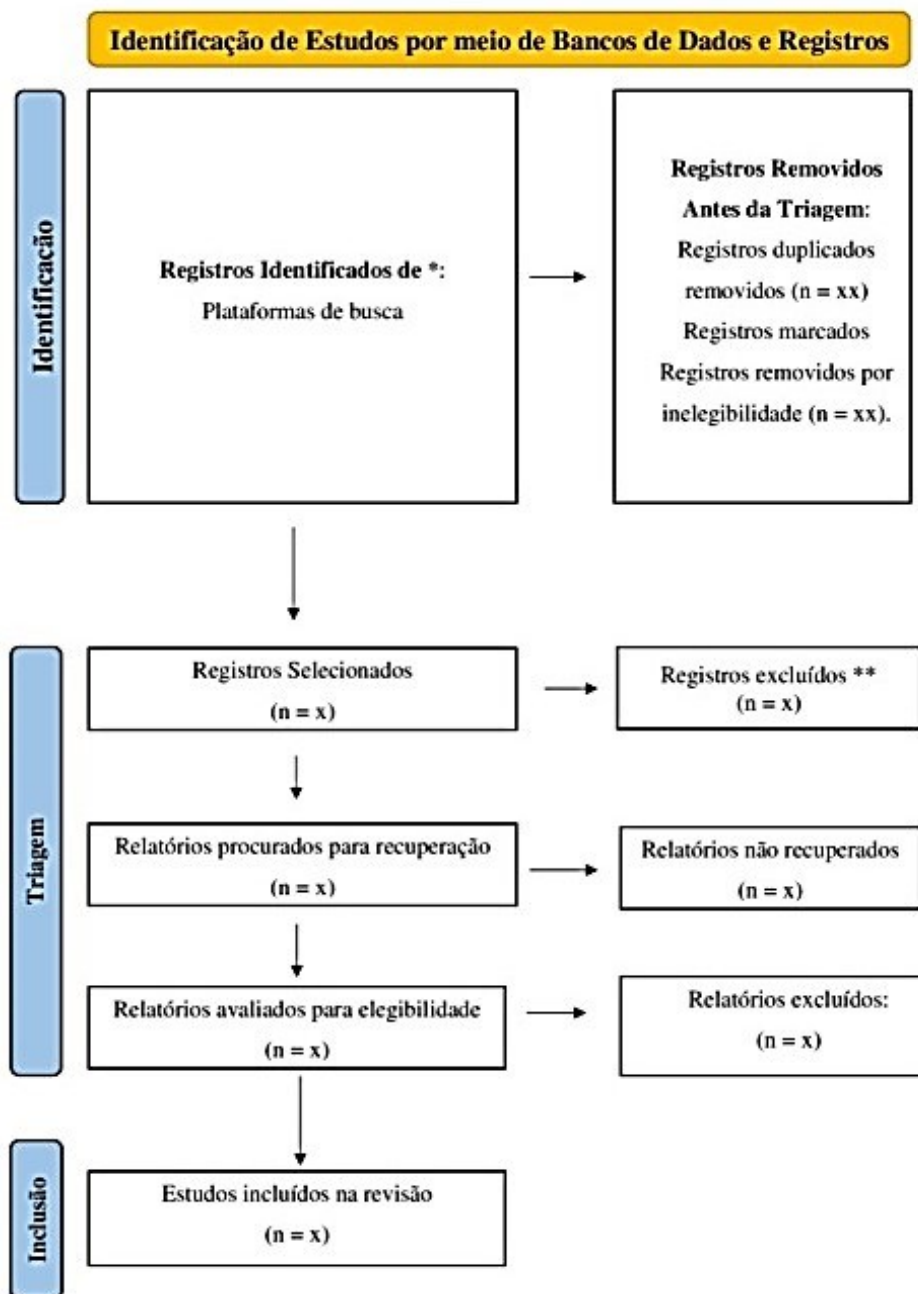
Os descritores de buscas foram: “Resíduos agroindustriais” AND “alimentação de ruminantes”; Ruminantes AND (agroindústria OR “economia circular” OR resíduos) AND alimentação.

### Seleções dos estudos

O mapeamento dos estudos primários para compor a revisão integrativa seguiu o as orientações de fluxo PRISMA *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PAGE et al., 2021), no qual o diagrama escolhido para seleção

dos estudos foi diagrama de fluxo PRISMA 2020 que incluíram pesquisas de bancos de dados e registros apenas (**Figura 01**).

**Figura 01:** Fluxograma para seleção dos estudos na revisão integrativa da literatura.



Fonte: Prisma (2019).

### Avaliação do Risco de Viés

A avaliação do risco de viés dos estudos individuais incluídos na revisão integrativa foi conduzida pela GRADE *CERQual Confidence in the Evidence from Reviews of Qualitative Research* (TOMA; BARRETO; LEWIN, 2019). Neste caso, foi feita uma avaliação do grau de confiança dos achados científicos (**Quadro 01**) por meio

dos componentes da Abordagem CERQual (**Quadro 02**) e plotado em formato da tabela- resumo (**Quadro 03**). Para tanto, esta metodologia teve adaptações relativo aos objetivos desta pesquisa que foram verificar reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes.

**Quadro 01:** A Abordagem CERQual “Definições de graus de confiança em um achado de revisão”.

GRAU DE CONFIANÇA	DEFINIÇÃO
Confiança Alta	É bastante provável que o achado da revisão seja uma representação razoável do fenômeno de interesse
Confiança Moderada	É provável que o achado da revisão seja uma representação razoável do fenômeno de interesse
Confiança Baixa	É possível que o achado da revisão seja uma representação razoável do fenômeno de interesse
Confiança Muito Baixa	Não está claro se o achado da revisão é uma representação razoável do fenômeno de interesse

Fonte: TOMA; BARRETO; LEWIN, 2019.

**Quadro 02:** Componentes da Abordagem CERQual.

COMPONENTE	DEFINIÇÃO
Limitações Metodológicas	Em que medida existem problemas na concepção e condução de estudos de limitação preliminares que contribuíram com evidências para o achado de uma revisão.
Relevância	Em que medida o conjunto das evidências de estudos primários que apoiam um achado de revisão é aplicável para o contexto (perspectiva da população, fenômeno de interesse, cenário) especificado na questão da revisão.
Coerência	Em que medida o achado da revisão está bem fundamentado nos dados de estudos primários e fornece uma explicação convincente para os padrões encontrados nestes dados.
Adequação dos dados	Uma determinação geral do grau de robustez e quantidade de dados que sustentam um achado de revisão.

Fonte: TOMA; BARRETO; LEWIN, 2019.

**Quadro 03:** Resumo CERQual de Resultados Qualitativos.

<b>Objetivo:</b> Identificar, avaliar e sintetizar evidência qualitativa sobre o cenário da produção científica acerca do reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes.
<b>Perspectiva:</b> características gerais dos trabalhos como: objetivo, metodologia e os principais resultados. Além disso, quais são os resíduos agroindustriais utilizados na alimentação de ruminantes, bem como as perspectivas e limitações.
<b>Bases de dados e formatos de trabalhos incluídos:</b> “Science Direct”, “Lilacs”, “Scopus”,

"SciELO", "Google scholar", "OATD", "BDTD" e "La Referencia". Foram incluídos trabalhos em formatos de artigos científicos e divulgados em revistas científicas, trabalhos em eventos científicos, trabalhos de conclusão de graduação e pós-graduação.			
Resultado de Revisão	Avaliação CERQual de Confiança na Evidência	Explicação da Avaliação CERQual	Estudos que Contribuem para o Resultado da Revisão
Perfil metodológico			
Resultados e discussão			
Desenvolvimento do animal			
Perspectivas futuras			

Fonte: TOMA; BARRETO; LEWIN, 2019 (com adaptações pelo autor).

### Análise dos estudos

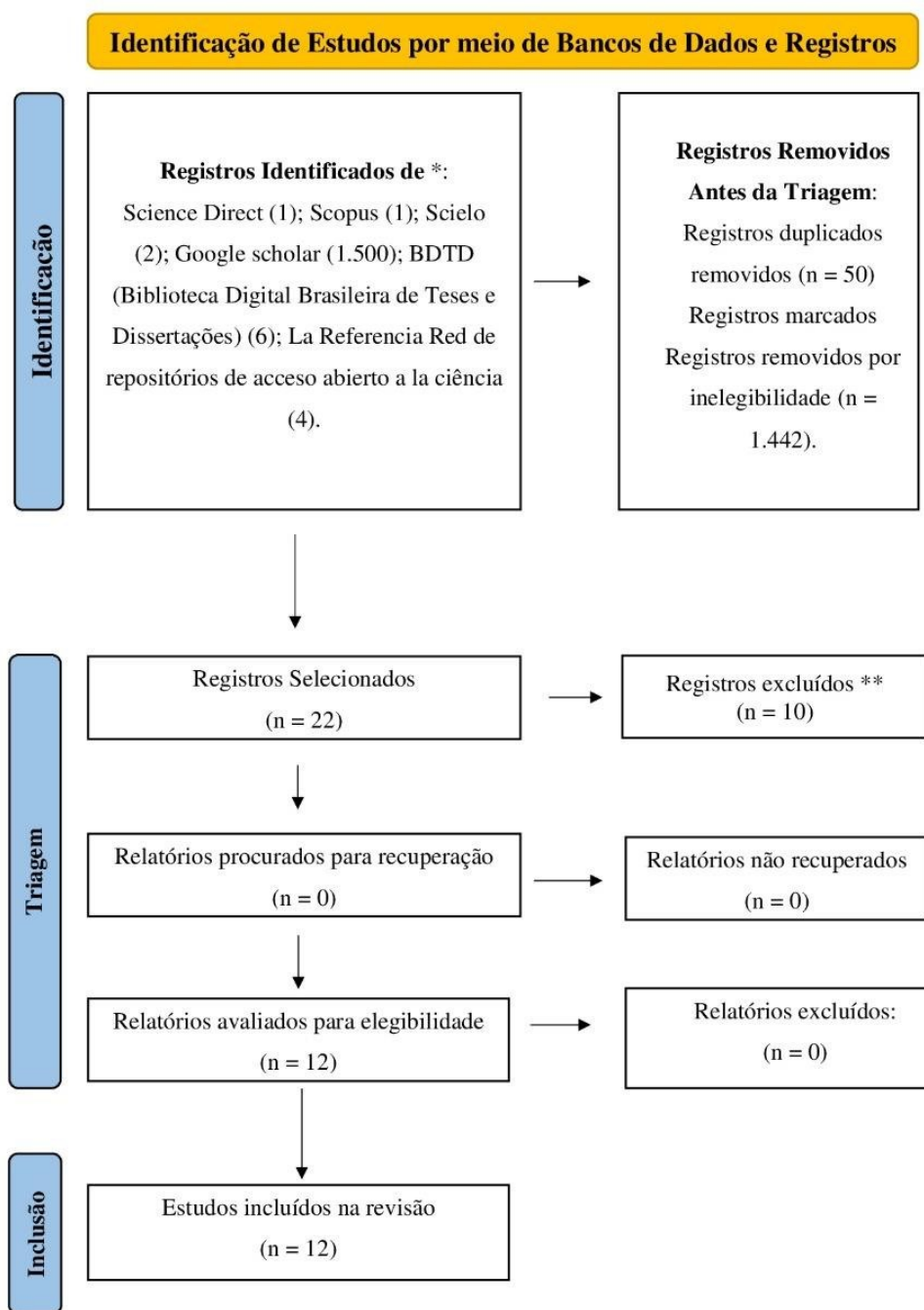
Os dados foram analisados segundo os critérios de análise do documento orientado pela Bardin (2009), a partir da técnica de análise, adaptado as condições de interesse desta pesquisa. Após a análise dos trabalhos selecionados na revisão integrativa, os resultados foram plotados em formas de tabelas para melhor visualização e compreensão dos resultados de forma categorizada, tais como: características gerais dos trabalhos no qual foram inclusos autor, ano de publicação, objetivo geral, tipo de estudo, metodologia, principais resultados, origens dos resíduos agroindustriais, efeitos no desempenho dos animais, limitações/pontos fortes e futuras aplicações.

## Resultados e discussão

### Seleção e elegibilidade dos estudos para a revisão

Após a busca da literatura sobre o reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes foram rastreados cerca de 1.514 trabalhos publicados nas plataformas de dados (1) Science Direct; (2) Scopus; (3) Scielo; (4) Google scholar; (5) BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações); (6) La Referencia Red de repositórios de acceso abierto a la ciência. Entre os 1.514 trabalhos, apenas 12 foram elegíveis para compor o estudo da revisão integrativa (**Fluxograma 02**), trabalhos estes citados na **tabela 02**. Sendo que o perfil dos trabalhos elegíveis nesta revisão foi de 42% de artigo, 42% de dissertação e 16% de tese (**Figura 03**).

**Figura 02:** Diagrama PRISMA 2020 para a revisão integrativa da literatura “Reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes” executado durante o período do mês 04 até 06 do ano de 2023.



Fonte: própria (2023).

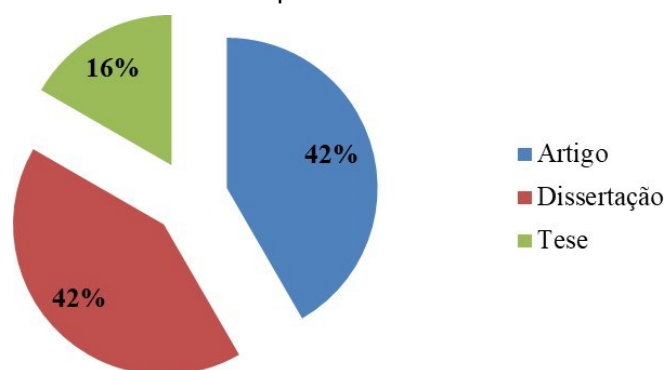
**Tabela 02:** Lista dos trabalhos incluídos na revisão integrativa da literatura acerca do “Reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes” executado durante o período do mês 04 até 06 do ano de 2023.

AUTOR/ANO	TÍTULO DO TRABALHO ELEGÍVEL PARA REVISÃO INTEGRATIVA
Correia et al., (2006)	Utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho
Junior et al., (2009)	Avaliação do valor nutritivo da torta de coco ( <i>Cocos nucifera L.</i> ) para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental
Santos (2011)	Chemical composition and estimate the nutritional value of agro-industrial residues juice and cassava for feeding ruminants

<b>Gargantini (2013)</b>	Valor nutricional de silagens de resíduos da agroindústria da cana-de-açúcar e da mandioca avaliado em ovinos
<b>Fernandes (2014)</b>	Utilização de resíduos da extração do amido da mandioca seco na alimentação de ruminantes
<b>Ramos (2014)</b>	Valor nutritivo da torta de castanha-do-pará ( <i>Bertholletia excelsa Bonpl.</i> ) para alimentação de ruminantes
<b>Feitosa (2017)</b>	Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado
<b>Pimenta (2017)</b>	Coprodutos do beneficiamento de girassol na dieta de ovinos confinados
<b>Costa (2018)</b>	Avaliação nutricional de dietas contendo quatro níveis de inclusão e dois graus de moagem do subproduto do caju ( <i>Anacardium occidentale, L.</i> ) em ovinos
<b>Pazdiora et al., (2019)</b>	Digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com resíduos de agroindústrias processadoras de frutas
<b>Gomes et al., (2019)</b>	Resíduo agroindustrial da carnaúba como fonte de volumoso para a terminação de ovinos.
<b>Frasson et al., (2022)</b>	Propriedades físico-químicas e avaliação sensorial da carne de cordeiros confinados alimentados com resíduo úmido de cervejaria

Fonte: própria (2023).

**Figura 03:** Distribuição da quantidade de trabalhos incluídos na revisão integrativa da literatura acerca de “Reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes” executado durante o período do mês 04 até 06 do ano de 2023, por tipo de estudo publicado.



Fonte: própria (2023).

### Risco de viés

Foram utilizados 4 graus para verificar a qualidade de evidência dos achados científicos que compuseram esta revisão integrativa, sendo-os: alto, moderado, baixo ou muito baixo, nos quais os resultados dos trabalhos estão descritos no **Quadro 04**. Apesar de terem poucos trabalhos científicos disponíveis, foi possível compreender que os estudos selecionados apresentaram moderada qualidade de evidência devido a moderada preocupação, principalmente, na relevância, coerência e metodologia dos trabalhos. Somando-se a isto, esta análise contribuiu para validar a conclusão dessa revisão, caracterizando o resultado geral, provavelmente bastante, como uma representação razoável do determinado interesse desta pesquisa que foi identificar, avaliar e sintetizar evidência sobre o cenário da produção científica acerca do

reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes.

**Quadro 04:** Resultados da qualidade de evidência.

<p><b>Objetivo:</b> Identificar, avaliar e sintetizar evidência qualitativa sobre o cenário da produção científica acerca do reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes.</p> <p><b>Perspectiva:</b> características gerais dos trabalhos como: objetivo, metodologia e os principais resultados. Além disso, quais são os resíduos agroindustriais utilizados na alimentação de ruminantes, bem como as perspectivas e limitações.</p> <p><b>Bases de dados e formatos de trabalhos incluídos:</b> “Science Direct”, “Lilacs”, “Scopus”, “Scielo” “Google scholar”, “OATD”, “BDTD” e “La Referencia”. Foram incluídos trabalhos em formatos de artigos científicos e divulgados em revistas científicas, trabalhos em eventos científicos, trabalhos de conclusão de graduação e pós-graduação.</p>			
Resultado de Revisão	Avaliação CERQual de Confiança na Evidência	Explicação da Avaliação CERQual	Estudos que Contribuem para Resultado da Revisão
Perfil metodológico	Alta confiança	Relevância, coerência e metodologias adequadas.	todos
Resultados e discussão	Confiança moderada	Preocupações moderadas sobre a relevância do estudo.	todos
Desenvolvimento do animal	Confiança moderada	Preocupações moderadas sobre a relevância do estudo.	todos
Perspectivas futuras	Confiança moderada	Preocupações moderadas sobre a relevância do estudo.	todos

Fonte: própria (2023).

### Caracterização geral dos estudos incluídos na revisão

Para resumir as evidências científicas o cenário da produção científica acerca do reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes, foi conduzida uma revisão integrativa da literatura, no qual foram selecionados 12 trabalhos e em seguida categorizado e resumido de acordo com autor, ano, objetivo geral do trabalho, metodologia e os principais resultados e conclusão do mesmo (**Tabela 03**). Destes trabalhos, a caracterização mais frequente foi sobre a utilização de resíduos como alternativa para a alimentação de ovinos. Esses resultados mostram que há possibilidades de alimentação em ruminantes mais econômicas e sustentáveis, a qual é oriunda da utilização de resíduos da agroindústria. Além de que esta alternativa é eficiente no Brasil devido ao forte mercado existente no país acerca do agronegócio, principalmente da agricultura e pesca.

**Tabela 03:** Caracterização geral dos trabalhos.

<b>AUTOR/ ANO</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>Correia et al., (2006)</b>	O efeito da substituição do feno de coastcross ( <i>Cynodon dactylon</i> ) pelo resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado sobre o desempenho, a digestibilidade aparente e o consumo de nutrientes digestíveis em caprinos em crescimento.	Foram utilizadas 24 fêmeas mestiças Saanen x Crioula com peso vivo médio inicial de 19,2 kg, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, representados pelos níveis de 0, 33, 66 e 100% de inclusão de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado (RAD) em substituição ao feno de coastcross.	A utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em rações para caprinos melhora os coeficientes de digestibilidade de MO, CEL e FDA e proporciona ganhos de peso satisfatórios em fêmeas em crescimento.
<b>Junior et al., (2009)</b>	Avaliar o valor nutritivo da torta de coco ( <i>Cocos nucifera</i> L.) para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental	Foram avaliados os efeitos da inclusão de níveis de torta de coco ( <i>Cocos nucifera</i> L.), 0,4%, 0,8% e 1,2%PV, sobre os consumos e digestibilidades aparentes da matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), proteína bruta (DAPB), extrato etéreo (DAEE), energia bruta (DAEB), fibra em detergente neutro (DAFDN) e fibra em detergente ácido (DAFDA).	Conclui-se que a torta de coco é excelente fonte de proteína e energia para ruminantes, e pode contribuir no atendimento das demandas nutricionais para produção de carne e leite na Amazônia Oriental, com baixo custo.
<b>Santos (2011)</b>	Estimar o valor nutricional de resíduos da agroindústria de sucos e da mandioca para a alimentação de ruminantes.	No primeiro estudo foram analisados resíduos do processamento de maracujá (casca e semente), acerola e coco; no segundo estudo foram analisados resíduos do processamento de farinha de mandioca (casca, farelo de farinha de mesa e farinha de varredura) e no terceiro estudo foi analisado o feno da parte aérea da mandioca, em diferentes tempos de armazenamento.	A avaliação nutricional dos resíduos de casa de farinha de mandioca evidenciou o potencial da casca de mandioca, farelo de farinha de mesa e farinha de varredura como fontes energéticas, de alta disponibilidade ruminal, alimentação de ruminantes.
<b>Gargantini (2013)</b>	Verificar o valor nutricional de silagens de resíduos da agroindústria da cana-de-açúcar e da mandioca avaliado em ovinos	O primeiro experimento constitui-se de 36 silos aos quais foi adicionada ponta de cana-de-açúcar triturada, misturada com casca de mandioca seca ao sol (CMS) ou farelo de varredura de mandioca (FVM), nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20% na matéria natural.	A digestibilidade das rações não diferiu em todas as variáveis analisadas. O balanço de nitrogênio foi negativo e significativo para os animais tratados com 100% de silagem de ponta de cana-de-açúcar com farelo de varredura de mandioca em relação aos demais tratamentos.
<b>Fernandes (2014)</b>	Avaliar a utilização de resíduo da extração de amido da mandioca seco (REAMs) na alimentação de	Foram realizados estudos para avaliação da digestibilidade in vitro e degradabilidade in situ do REAMs e do milho e	A utilização do REAMs na alimentação de vacas em lactação é uma alternativa à utilização do milho como fonte de energia, em substituição



	ruminantes	determinação do nível adequado de REAMs em substituição ao milho na ração de bovinos, avaliando os parâmetros fermentativos.	total ou parcial. Contudo, mais estudos precisam ser realizados, visando estratégias de fornecimento, e sua utilização deve ser associada à rentabilidade do produto, uma vez que a aquisição deste resíduo, já seco, não é viável
<b>Ramos (2014)</b>	Avaliou-se o subproduto do beneficiamento da amêndoa de castanha-do-pará ( <i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.), TC, e seus efeitos sobre o consumo voluntário, digestibilidade aparente e comportamento ingestivo apresentado por ovinos	Foram utilizados 16 cordeiros machos, inteiros com média de 33 kg e mantidos em gaiolas metabólicas individuais, que recebiam a dieta em duas refeições, às 8 e 18h, com a oferta ajustada para permitir 15% nas sobras. Amostras do fornecido, das sobras e das fezes foram coletadas e analisadas para determinação do consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes.	A TC é um subproduto com potencial nutricional para ruminantes, com consideráveis teores de proteínas e lipídeos, mas em função do seu elevado teor de extrato etéreo, em níveis de inclusão superiores à 16,3% da dieta à base de silagem de milho, afetou a fermentação ruminal, principalmente a digestibilidade da fibra e, conseqüentemente, o consumo de matéria seca e o tempo em ruminação dos animais.
<b>Feitosa (2017)</b>	Avaliar a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado (RCD)	Foram utilizados 35 animais, machos, não castrados, com peso corporal médio inicial de $16,00 \pm 1,69$ kg e, aproximadamente, 70 dias de idade. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco rações experimentais e sete repetições, consistindo as rações em 0; 20; 40; 60 e 80% de inclusão de RCD na porção concentrada da ração.	À medida que aumentou a quantidade de resíduo na alimentação dos animais, ocorreu elevação da força de cisalhamento aplicada no músculo e uma redução do pH. Para o músculo Semimembranosus, a inclusão do subproduto nas rações experimentais influenciou ( $P < 0,05$ ) a variável perda de peso por cocção, demonstrando um comportamento linear crescente, e um comportamento linear decrescente foi observado para o pH.
<b>Pimenta (2017)</b>	Avaliar a viabilidade nutricional da inclusão de coprodutos do beneficiamento de girassol à dieta de ovinos.	Foram avaliadas a composição química dos ingredientes, rações, sobras, fezes e urina, a partir dos quais foram quantificados os consumos e digestibilidades da matéria seca (MS) e dos nutrientes e o balanço de compostos nitrogenados (BN).	O consumo de MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela a inclusão de RG. Foram registrados valores médios de 1271,70 e 158,8 g dia-1, respectivamente para os consumos de MS e PB. Porém houve influencia ( $P < 0,05$ ) nos consumos de fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo (EE), registrando-se redução de 3,39 g dia-1 e

			acrécimo de 2,84 g dia-1 para cada unidade porcentual de RG adicionado na dieta, respectivamente.
<b>Costa (2018)</b>	Avaliar a influência dos níveis de inclusão e graus de moagem do resíduo de caju ( <i>Anacardium occidentale</i> , L.) sobre o consumo, coeficientes de digestibilidade, parâmetros de comportamento ingestivo e o pH do líquido ruminal de dietas experimentais isoenergéticas e isoproteicas contendo o resíduo de caju fornecidas a ovinos em terminação.	Vinte e quatro ovinos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 X 2, quatro níveis de inclusão (11, 21, 28 e 33%) de subproduto de caju em dois graus de moagem (três e 19 mm de diâmetro da peneira do triturador de grãos, representando moagem fina e grosseira, respectivamente), em substituição ao feno de <i>capim Aruana</i> ( <i>Panicum maximum</i> cv. <i>Aruana</i> ), milho e torta de algodão, perfazendo oito tratamentos experimentais.	Os resultados indicam que o resíduo de caju pode ser utilizado em dietas para ovinos em terminação, nas mesmas condições aplicadas neste trabalho, em níveis de até 21%, em ambos os graus de moagem.
<b>Pazdiora et al., (2019)</b>	Avaliar o consumo, a digestibilidade e o desempenho de ovinos, arraçoados com dietas isoproteicas	Dietas isoproteicas, contendo 75% de resíduos da agroindústria frutífera (abacaxi, acerola, maracujá e cupuaçu), uma dieta com feno de tifton e 25% de concentrado, em delineamento inteiramente ao acaso.	Os demais resíduos apresentaram efeitos sobrepostos, contudo o resíduo de acerola ficou com a pior conversão (51,4) e o menor ganho médio diário (15,6g d-1), sendo esse sem diferença em relação ao cupuaçu (23,0g d-1). Os resíduos podem ser utilizados como alternativa para a alimentação de ovinos
<b>Gomes et al., (2019)</b>	Avaliar os efeitos da amonização com diferentes níveis de ureia e do uso de grãos de soja como fonte de urease, na melhoria da composição químico-bromatológica do resíduo agroindustrial da carnaúba ( <i>Copernicia prunifera</i> ), conhecido como bagana (BC).	Os níveis de ureia utilizados foram 0, 2,5, 5, 7,5 e 10%, em relação à percentagem de matéria seca total da BC; e os níveis de grãos de soja tostados foram de 0 e 20%. Foram também avaliados o consumo de ração e o desempenho de cordeiros confinados, submetidos a dietas com níveis crescentes de substituição de feno de capim Tifton 85 ( <i>Cynodon spp.</i> ) (FT) pela BC: 100 FT; 25% BC e 75% FT; 50% BC e 50% FT; 75% BC e 25% FT; 100% BC.	Os teores de proteína bruta na forragem aumentaram com o aumento das dosagens de ureia. Foram observados, ainda, aumentos nos teores de fibra em detergente neutro e celulose e redução da digestibilidade da BC. Os consumos diários mais elevados de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro foram observados nos animais que receberam apenas FT como volumoso. O desempenho animal foi reduzido com o aumento da BC na dieta.
<b>Frasson et al., (2022)</b>	Avaliar as propriedades físico-químicas e avaliação sensorial da carne de cordeiros confinados alimentados com resíduo úmido de	Vinte e quatro cordeiros machos Suffolk não castrados foram alojados em currais individuais e receberam um dos quatro tratamentos constituídos por quatro níveis de substituição	Em relação a carcaça, o peso e a proporção de gordura aumentaram linearmente enquanto a proporção muscular diminuiu linearmente conforme o incremento de RUC na dieta. A composição

cervejaria	da silagem de sorgo por resíduo úmido de cervejaria (RUC; 0; 33; 66 e 100% de substituição). As dietas foram isoproteicas e continham 18,8% de proteína bruta.	química da carne dos cordeiros não foi influenciada pelos níveis de RUC ( $p>0.05$ ). A utilização do RUC como alimento volumoso em substituição à silagem de sorgo na dieta de ovinos permite que as principais características físico-químicas relacionadas à qualidade da carne sejam mantidas nos padrões de normalidade obtidos para cordeiros.
------------	--	--

Fonte: própria (2023).

### Origens dos resíduos agroindustriais

A partir da caracterização geral dos trabalhos incluídos nesta revisão integrativa da literatura acerca do reaproveitamento dos subprodutos oriundos da agroindústria para aplicações na alimentação de ruminantes, publicados entre os anos de 2000 a 2023, foi possível verificar os tipos de resíduos agroindustriais já investigados quanto ao seu potencial como aditivo nutricional aplicado na alimentação de ruminantes. Logo, os resíduos utilizados foram resíduos úmidos de cervejaria, resíduo agroindustrial da carnaúba (*Copernicia prunifera*), resíduos da agroindústria frutífera (abacaxi, acerola, maracujá e cupuaçu), resíduo de caju (*Anacardium occidentale, L.*), resíduo dos coprodutos do beneficiamento de girassol, resíduos do beneficiamento da amêndoa de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa Bonpl.*) e resíduos da mandioca.

### Efeitos no desempenho dos animais

De forma geral, foi possível compreender que os resíduos úmidos de cervejaria, resíduo agroindustrial da carnaúba (*Copernicia prunifera*), resíduos da agroindústria frutífera (abacaxi, acerola, maracujá e cupuaçu), resíduo de caju (*Anacardium occidentale, L.*), resíduo dos coprodutos do beneficiamento de girassol, resíduos do beneficiamento da amêndoa de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa Bonpl.*) e resíduos da mandioca apresentam bons resultados acerca do desempenho dos ruminantes. Além disso, os modelos animais mais utilizados nos estudos incluídos nesta revisão foram os ovinos.

Apesar da maioria dos trabalhos apontarem efeito positivo no desempenho dos animais, gomes e colaboradores (2009), com o objetivo de avaliar os efeitos da

amonização com diferentes níveis de ureia e do uso de grãos de soja como fonte de urease, na melhoria da composição químico-bromatológica do resíduo agroindustrial da carnaúba (*Copernicia prunifera*), conhecido como bagana (BC), verificou que o uso deste resíduo afetou negativamente acerca do desempenho animal, sendo estes cordeiros.

Em contrapartida, a utilização de resíduos da agroindústria frutífera (abacaxi, acerola, maracujá e cupuaçu) em modelos animais ovinos resultou em melhores desempenhos dos animais, sendo que o maracujá representou melhor efeito positivo, principalmente no ganho de peso (PAZDIORA et al., 2017). Somando-se a isto, Feitosa (2017) buscou investigar a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado (RCD), no qual foi possível concluir que a adição de RCD é uma alternativa viável para a alimentação dos cordeiros, no entanto deve-se tomar cuidado na concentração a ser utilizada, pois em altas concentrações pode ocorrer efeito negativo na qualidade da carne, como por exemplo a redução na maciez.

### **Limitações e perspectivas do uso de resíduos agroindustriais aplicado na alimentação de ruminantes**

Essa revisão é limitada devido principalmente a exclusão de trabalhos publicados em anos anteriores a 2000, em outros idiomas a não ser o Inglês, Espanhol e Português e a outras bases de dados. Em contrapartida, apesar dos poucos trabalhos publicados, estes foram avaliados como alta qualidade de evidência científica. Outra limitação encontrada nos trabalhos foram os modelos de animais utilizados nos experimentos. Vale ressaltar que, apesar do Brasil ser um país com ascensão no mercado pesqueiro e, conseqüentemente, com potencial na geração de resíduos da pesca, não foi rastreado estudos utilizando estes resíduos como suplementação alimentar no desempenho de ruminantes.

### **Considerações finais**

Após a seleção dos trabalhos científicos, 12 trabalhos foram elegíveis para compor a revisão integrativa no qual foi possível verificar diversos tipos de resíduos da agroindústria sendo utilizado como alternativa alimentar em ruminantes. Diante disso, os ovinos foram os modelos experimentais mais utilizados nos trabalhos, sendo utilizados os resíduos úmidos de cervejaria, resíduo agroindustrial da carnaúba

(*Copernicia prunifera*), resíduos da agroindústria frutífera (abacaxi, acerola, maracujá e cupuaçu), resíduo de caju (*Anacardium occidentale*, L.), resíduo dos coprodutos do beneficiamento de girassol, resíduos do beneficiamento da amêndoa de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) e resíduos da mandioca. A maioria dos resíduos demonstraram efeitos positivos no desempenho dos ruminantes, no entanto houve resíduos que acarretaram efeitos negativos. Dessa forma, é possível compreender que os resíduos da agroindústria são alternativas para ser utilizados como fonte alimentar de ruminantes, no entanto é necessário que haja pesquisas mais aprofundadas a fim de caracterizar as concentrações ideais de cada resíduo, a fim de reduzir os efeitos negativos dos mesmos e proporcionar melhor rendimento no desempenho do animal.

## Referências

- ABIEC. 2022. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes**. BeefReport: Perfil da Pecuária no Brasil. Disponível em <http://www.abiec.com.br/controle/uploads/arquivos/sumario2022portugues.pdf>.
- CORREIA, M. X. C. et al. Utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1822-1828, 2006.
- COSTA, J. B. Avaliação nutricional de dietas contendo quatro níveis de inclusão e dois graus de moagem do subproduto do caju (*Anacardium occidentale*, L.) em ovinos. 2008. 91 f. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Fortaleza-CE, 2008.
- FACTORI, M. A.; COSTA, R. S.; FERNANDES, D. S. Comportamento e condição animal de equinos com o uso de The Guardian Everyday com promixalicina. **Pubvet**, v. 17, n. 05, p. e1386-e1386, 2023.
- FEITOSA, M. S. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado. 2017. 78 f. **Dissertação** (Dissertação em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- FERNANDES, Tatiane. Utilização de resíduos da extração do amido da mandioca seco na alimentação de ruminantes. 2014. 69 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2014.
- FERRACINI, J. G. et al. Uso de narasina na fase de recria e o efeito subsequente de narasina e monensina sobre o desempenho, carcaça e morfometria ruminal de

touros Nelore terminados em confinamento. **Pubvet**, v. 17, n. 05, p. e1387-e1387, 2023.

FERRAZ, J. B. S.; FECILIO, P. E. Production systems – An example from Brazil. **Meat Sci.** 84:238–243.2010.

FRASSON, M. F. et al. Propriedades físico-químicas e avaliação sensorial da carne de cordeiros confinados alimentados com resíduo úmido de cervejaria. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, e27011427475, 2022.

GARGANTINI, O. F. Valor nutricional de silagens de resíduos da agroindústria da cana-de-açúcar e da mandioca avaliado em ovinos. 2013. **Tese** (Ciências Agrárias - CCA) - Universidade Estadual de Maringá, 2013.

GOMES, J. A. F. et al. Resíduo agroindustrial da carnaúba como fonte de volumoso para a terminação de ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 58-67, 2009.

JUNIOR, L. et al. Avaliação do valor nutritivo da torta de coco (*Cocos nucifera* L.) para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental. 2009.

**Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, PA, v. 4, n. 8, p. 63-81, jan./jun. 2009. McKay JA, Mathers JC. Diet induced epigenetic changes and their implications for health. *Acta Physiol.* 202:103–18. 2011.

PAZDIORA, R. D. et al. Digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com resíduos de agroindústrias processadoras de frutas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 2093-2102, 2019.

PIMENTA, L. E. D. Coprodutos do beneficiamento de girassol na dieta de ovinos confinados. 2017. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, 2017. Programa de Pós- Graduação em Ciência Animal. 2017.

RAMOS, A. F. O. Valor nutritivo da torta de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) para alimentação de ruminantes. 2014. 60 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014. Programa de Pós- Graduação em Ciência Animal. 2014.

SANTOS, D. F. Chemical composition and estimate the nutritional value of agro-industrial residues juice and cassava for feeding ruminants. 2011. 75 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

SCHEIDT, K. Ca. et al. Estratégias de vedação na ensilagem de milho e desempenho de ovinos em confinamento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 24, p. e-74185E, 2023.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: USO DA PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: USO DE PALMA FORRAJERA EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA

# LITERATURE REVIEW: USE OF FORAGE PALM IN HUMAN FOOD

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.358-374>

## **Francisco Vieira Sales Júnior**

Graduando do curso de Tecnologia em Agroindústria, *Campus* Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, [junior.sales@ifrn.edu.br](mailto:junior.sales@ifrn.edu.br)

## **Francisca Tamyres Silva Paiva**

Graduando do curso de Tecnologia em Agroindústria, *Campus* Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, [tamyres.s@escolar.ifrn.edu.br](mailto:tamyres.s@escolar.ifrn.edu.br)

## **Juliana Mary Bezerra Silva**

Graduando do curso de Tecnologia em Agroindústria, *Campus* Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, [mary.juliana@escolar.ifrn.edu.br](mailto:mary.juliana@escolar.ifrn.edu.br)

## **Elisabete Piancó de Sousa**

Doutora em Engenharia Agrícola, Docente do curso de Tecnologia em Agroindústria, *Campus* Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, [elisabete.pianco@ifrn.edu.br](mailto:elisabete.pianco@ifrn.edu.br)

## **Emanuel Neto Alves de Oliveira**

Doutor em Engenharia Agrícola, Docente do curso de Tecnologia em Agroindústria, *Campus* Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, [emanuel.oliveira@ifrn.edu.br](mailto:emanuel.oliveira@ifrn.edu.br)

## Resumo

A palma forrageira (*Opuntia ficus*), também conhecida como figueira-da-índia, espécie que historicamente tem sido cultivada com o objetivo de alimentação de animais, principalmente bovinos, tem despertado interesse como alternativa alimentar, possibilitando a sua utilização na condição de alimento funcional para o consumo humano. Por possuir essa versatilidade e ser nutritivo, a palma forrageira pode ser utilizada na alimentação humana de diversas formas, como consumo do fruto fresco, sucos, geleias, sorvetes e suplementos alimentares. Assim, este estudo teve por objetivo, reunir e sintetizar as informações disponíveis sobre o uso da palma na alimentação humana, abordando seus componentes nutricionais, compostos bioativos e possíveis efeitos na saúde humana. Ao longo dos últimos anos, as pesquisas realizadas apontam a palma como alvo de estudos de instituições de ensino e pesquisa, com o objetivo de confirmar esses benefícios e entender melhor os mecanismos de ação da planta. Ao longo desse trabalho, são apresentadas algumas das relevantes pesquisas realizadas sobre o aproveitamento da palma forrageira na alimentação humana. Pesquisas que em suma, permitem conhecer botanicamente, economicamente e entender que a palma forrageira apresenta potencial na alimentação humana devido aos seus componentes nutricionais e compostos bioativos. A inclusão dessa planta na dieta pode trazer benefícios para a saúde, mas são necessários estudos adicionais para estabelecer diretrizes de consumo adequado e seguro.

**Palavras-chave:** *Opuntia ficus*, figo indiano, PANCs, Alimentação humana.

## Resumen

La tuna (*Opuntia ficus*), también conocida como tuna, especie que históricamente ha sido cultivada con el objetivo de alimentar animales, principalmente bovinos, ha despertado interés como alternativa alimenticia, permitiendo su uso como alimento funcional para el consumo humano. Debido a que tiene esta versatilidad y es nutritiva, la tuna se puede utilizar en la alimentación humana de diferentes maneras, como el consumo de frutas frescas, jugos, jaleas, helados y suplementos alimenticios. Así, este estudio tuvo como objetivo recopilar y sintetizar la información disponible sobre el uso de la palma en la alimentación humana, abordando sus componentes nutricionales, compuestos bioactivos y posibles efectos sobre la salud humana. En los últimos años, las investigaciones han logrado señalar a la palmera como blanco de estudios por parte de instituciones de enseñanza e investigación, con el objetivo de confirmar estos beneficios y comprender mejor la interrupción de la acción de la planta. A lo largo de este trabajo se desarrollan algunas de las investigaciones relevantes realizadas sobre el uso de la tuna en la alimentación humana. Investigación que, en definitiva, permita conocer botánica, económicamente y entender que el nopal tiene potencial en la alimentación humana por sus componentes nutricionales y compuestos bioactivos. La inclusión de esta planta en la dieta puede traer beneficios para la salud, pero se necesitan más estudios para establecer pautas de consumo adecuadas y seguras.

**Palabras clave:** *Opuntia ficus*, Higuera de la India, PANCs, Alimentación humana.



## Abstract

The cactus pear (*Opuntia ficus*), also known as prickly pear, a species that has historically been cultivated with the aim of feeding animals, mainly cattle, has aroused interest as a food alternative, allowing its use as a functional food for human consumption. Because it has this versatility and is nutritious, cactus pear can be used in human food in different ways, such as consumption of fresh fruit, juices, jellies, ice cream and food supplements. Thus, this study aimed to gather and synthesize available information on the use of palm in human food, addressing its nutritional components, bioactive compounds and possible effects on human health. Over the last few years, research has managed to point out the palm as a target for studies by teaching and research institutions, with the aim of confirming these benefits and better understanding the interruption of the plant's action. Throughout this work, some of the relevant research carried out on the use of cactus pear in human food is developed. Research that, in short, allows to know botanically, economically and understand that cactus pear has potential in human food due to its nutritional components and bioactive compounds. The inclusion of this plant in the diet can bring health benefits, but further studies are needed to establish adequate and safe consumption guidelines.

**Keywords:** *Opuntia ficus*, Indian fig, PANCs, Human food.

## Introdução

A busca por uma alimentação saudável é indispensável e pra isso é necessário o consumo de alimentos com elevado valor nutritivo e com características capazes de agradar o paladar do consumidor. Portanto, é salutar aplicações tecnológicas para ofertar novos produtos e assim diversificar as formas de consumo de determinadas matérias-primas. Atualmente, alguns alimentos que não era de consumo humano, hoje podem ser inseridos na alimentação a exemplo palma a forrageira (*Opuntia ficus*), uma espécie vegetal bastante estudada nos últimos anos, principalmente no semiárido do nordeste brasileiro.

A palma forrageira é uma planta pertencente à divisão Embryophyta, subdivisão Angiospermea, classe Dicotyledoneae, subclasse Archiclamideae, ordem Opuntiales e família das Cactáceas. É nativa das regiões áridas e semiáridas das Américas, mais especificamente do México (SILVA, 2006). Tradicionalmente, o cultivo desta cactácea foi associado as explorações agropecuárias, com a finalidade do forrageamento para animais, principalmente de bovinos, devido à sua capacidade de sobreviver e prosperar em condições climáticas adversas. Trata-se uma planta resistente as condições adversas das regiões áridas e semiáridas do continente americano. Por esta razão, e por sua adaptabilidade e resitência as secas, a palma

forageira foi altamente difundida no semiárido do nordeste brasileiro (GALINDO et al., 2005).

Na maioria das áreas exploradas pela cultura da palma forrageira, a planta é cultivada por agricultores familiares, onde na maioria dos casos, a bovicultura de leite e a agricultura de sequeiro são as principais atividades desenvolvidas nas unidades produtivas, como é o caso da região do Alto Oeste, no estado do Rio Grande do Norte. Nesta região, grande parte das famílias de agricultores familiares, de forma geral produzem somente para a subsistência da família, algum excedente da produção é destinado ao mercado local. No entanto o mercado institucional tem sido uma alternativa de venda, através de programas como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), ambos do governo federal (SALES JUNIOR, 2015).

No entanto, pesquisas têm revelado o potencial da palma forrageira como uma alternativa na alimentação humana, podendo ser considerada como um alimento funcional, o que de certa forma poderá ser um incremento na renda dos agricultores familiares. Martins (2011), avaliou os efeitos da ingestão de palma forrageira na saúde humana e constatou que o seu consumo regular pode ter propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, contribuindo para a proteção contra danos oxidativos e redução da inflamação no organismo.

A utilização da cactácea na alimentação humana não se restringe apenas ao consumo do fruto fresco. Diversas formas de processamento e preparação têm sido exploradas, incluindo a produção de sucos, geleias, sorvetes e suplementos alimentares, ampliando assim as possibilidades de incorporação dessa planta na dieta humana (GUEDES et al., 2004).

Por meio da agência dedicada à alimentação humana, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a Organização das Nações Unidas (ONU) reconhece a palma forrageira como uma planta de alto valor econômico, sendo uma alternativa nutricional economicamente viável e com potencial para contribuir no combate à fome, (CÂNDIDO FILHO et al., 2014).

Diante dessas evidências, é importante realizar uma revisão abrangente da literatura para compreender melhor o uso da palma forrageira na alimentação humana, explorando seus benefícios nutricionais, compostos bioativos e potenciais

aplicações na saúde. Tal revisão permitirá uma compilação dos conhecimentos existentes e fornecerá subsídios para a promoção do consumo adequado dessa planta, contribuindo assim para a diversificação e enriquecimento da dieta humana. Nesse intuito o estudo objetivou reunir e sintetizar as informações disponíveis sobre o uso da palma na alimentação humana, abordando seus componentes nutricionais, compostos bioativos e possíveis efeitos na saúde humana.

## Referencial teórico

### A palma forrageira no semiárido nordestino

A Cactácea forrageira, comumente chamada de palma forrageira, é originária do México e é bem adaptada as condições climáticas do Semiárido nordestino (SOARES, 2017). A produção nas últimas décadas era essencialmente destinada para a alimentação animal, por ser uma boa alternativa para manter os níveis de produtividade em regiões de clima quente (DUBEUX JUNIOR. et al., 2011; SILVA et al., 2014).

O conteúdo nutricional da palma forrageira é caracterizado pela presença de carboidratos, compostos fenólicos, vitaminas e calorias (BEZERRA et al., 2015; GALVÃO et al., 2018). Mais intensamente nos últimos anos, alguns pesquisadores têm estudado sua aplicação na culinária brasileira, como um tipo de verdura ou processada na forma de sucos, pratos cozidos ou doces (NUNES, 2011).

O caule da palma forrageira é conhecido botanicamente como cladódios, ou ainda por raquetes, e na linguagem popular como broto. Como todas as cactáceas, o caule da palma forrageira é suculento e se apresenta de forma oval a alongada, podendo alcançar de 30 à 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura e de 1,9 a 2,8 cm de espessura, isso considerando um período de 90 dias. Os brotos jovens possuem cor variando de verde-escuro a verde-claro que, com o passar do tempo, se tornam esbranquiçados ou acinzentados devido à lignificação dos mesmos, transformando-se em verdadeiros caules lenhosos (LIMA, et al, 2017).

Além do caule, outras partes da palma forrageira podem ser aproveitadas, como os frutos, seja de forma integral, como em partes, como a casca e as sementes. Na Figura 1, são observadas as partes da palma forrageira que pode ser aproveitadas nos diversos processos agroindustriais.

**Figura 1:** Fruto e raquete (caule) de *Opuntia fícus*.



**Fonte:** adaptado de Rocha (2012).

De acordo com Rosa (2021) o potencial de utilização da Palma Forrageira vai muito além da pauta de alimentação animal, podendo ser alavancada a insumo para negócios intensivos em conhecimento e elevado valor agregado, como na alimentação humana, na produção de cosméticos, na geração de energia, e ainda relacionados à produção de medicamentos destinados ao tratamento de doenças importantes e que atingem expressivas parcelas da população mundial, como gastrite, hiperglicemia, diabetes, arteriosclerose e hipertrofia prostática. Como pode ser observado no Quadro 1.

**Quadro 1:** Principais usos tradicionais, atuais e potenciais da palma forrageira.

<b>Destino</b>	<b>Uso</b>
Alimento humano	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Frutos e casca de frutos (fresca, seca, enlatada, congelada, cristalizada);</li><li>▪ Suco: polpa: bebidas alcoólicas (vinho, licor, etc.);</li><li>▪ Marmelada: compota: melaço;</li><li>▪ Doces: geleia: purês: adoçante líquido;</li><li>▪ Óleo comestível de sementes;</li><li>▪ Verdura (cladódios jovens frescos, processados em salmoura ou vinagre: pré-cozidos, congelados, geleia, doces).</li></ul>
Alimento animal	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cladódios, frutos, sementes, Pastejo direto na planta.</li></ul>
Energia	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Biogás (cladódios, frutos): etanol (cladódios, frutos): lenha.</li></ul>
Medicina	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Diarréia (cladódios);</li><li>▪ Diurético (flores e raízes);</li><li>▪ Disenteria amebiana (flores);</li><li>▪ Diabetes (cladódios);</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hiperlipidemia (cladódios);</li> <li>▪ Obesidade (fibras);</li> <li>▪ Anti- inflamatório (cladódios).</li> </ul>
Cosmético	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Xampu;</li> <li>▪ Creme umectante;</li> <li>▪ Sabonetes;</li> <li>▪ Adstringentes e loções para o corpo (cladódios);</li> </ul>
Agrônômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proteção do solo;</li> <li>▪ Cercas-vivas;</li> <li>▪ Quebra vento;</li> <li>▪ Matéria orgânica.</li> </ul>
Outros	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adesivos e colas;</li> <li>▪ Pectinas;</li> <li>▪ Fibras para artesanato;</li> <li>▪ Papel (cladódios);</li> <li>▪ Corantes (frutos, produção de <i>Dactylopius Coccus</i> nos cladódios);</li> <li>▪ Mucilagem para a indústria alimentícia (cladódios);</li> <li>▪ Anti-transpirantes (cladódios);</li> <li>▪ Ornamental.</li> </ul>

Fonte: adaptado de Rosa (2021).

### Fruto da plama forrageira

Para SENAR (2013), os frutos da plama forrageira podem ser considerados frutos não climatéricos, ou seja, são frutos que param de madurecer quando são colhidos. Desta maneira, as mudanças físicas e da composição química dos frutos da palma forrageira que ocorrem, são as mesmas observadas nas mais comuns variedades de frutos de que possuem esse mesmo padrão respiratório, colhidos em diferentes estágios de desenvolvimento.

Existe uma diversidade de frutos, diferentes cores, forma e sabores. E os seus componentes nutricionais – macros e micronutrientes – também podem variar. Os principais componentes da sua polpa são água e carboidratos com quantidades importantes de vitamina C. A quantidade de vitamina C em frutos maduros varia de menos de 10 a mais de 40 mg /100 g de polpa entre as diferentes espécies de palma forrageira (CÂNDIDO FILHO et al., 2014). O mesmo autor ainda apresenta na Tabela 1, uma comparação da composição nutricional do fruto da palma forrageira com a composição nutricional das polpas da laranja e do mamão.

**Tabela 1:** Comparação da composição da polpa do fruto de palma forrageira com a da laranja e a do mamão.

Componente	Fruta da palma	Laranja	Mamão
Água (%)	85,0	87,8	88,7
Carboidratos totais(%)	11,0	11,0	10,0
Fibras cruas (5)	1,8	0,5	0,8
Lipídios (%)	0,1	0,1	0,1
Proteínas (%)	0,5	0,4	0,6
Cinzas (%)	1,6	0,4	0,6
Cálcio (mg/100g)	60,0	40,0	20,0
Vitamina C (mg/100g)	30,0	50,0	50,0
Vitamina A (UI)	50,0	200,0	1.100,0

Fonte: adaptado de Cândido Filho (2014).

### Caule ou raquete da palma forrageira

A recomendação de Flores (2001) é que a colheita das raquetes da palma forrageira, seja realizada de 30 à 60 dias após a brotação. Isso quando a finalidade for o consumo humano. Quanta essas estruturas alcançam de 80 à 120 gramas e 15 à 20 centímetros de comprimento.

O peso das raquetes de maneira geral, variam bastante em virtude de seu tamanho. No entanto Guedes et al. (2004) fornecem referência de peso. O tamanho pequeno pode variar de 40 à 60 gramas; o médio de 90 à 110 gramas e o grande de 150 à 200 g. Para Guedes et al. (2004) o caule da palma forrageira ideal para uso em preparações culinárias, deve possuir tamanho semelhante a “palma de uma mão” de uma pessoa adulta, livre de espinhos, e com um verde radiante. Deve ainda, quebrar-se com facilidade ao dobrar.

Os principais componentes da raquete da palma forrageira são água e carboidratos, incluindo fibra, uma pequena quantidade de proteínas. Possui ainda, minerais, com destaque para o cálcio, e quantidades e moderadas de vitamina C. O betacaroteno também é encontrado em pequenas quantidades (LOPES, 2007).

Na Tabela 2, também adptada de Cândido Filho (2014), está estabelecida uma comparação do caule da plama forrageira com outros vegetais, como a alface, o espinafre. A contribuição da “verdura” de palma forrageira na alimentação humana, pode ser significativa, sobre na condição do semiárido do nordeste brasileiro.

**Tabela 2:** Comparação da composição da raquete de palma forrageira, alface e espinafre.

Componente	Raquete de palma	Alface	Espinafre
Água (%)	91,0	95,0	90,7
Proteínas (%)	1,5	1,0	3,2

Lipídios (%)	0,2	0,1	0,3
Fibras cruas (5)	1,1	0,5	0,9
Carboidratos totais (%)	4,5	2,1	4,3
Cinzas (%)	1,3	0,5	1,8
Cálcio (mg/100g)	90,0	19,0	99,0
Vitamina C (mg/100g)	11,0	4,0	28,0
Carotenóides (mg/100g)	30,0	19,0	55,0

Fonte: adaptado de Cândido Filho (2014).

Quando pensamos em macromoléculas, a palma forrageira é uma fonte de carboidratos, com destaque para a presença de polissacarídeos não amiláceos, como a pectina. A pectina é uma fibra solúvel que pode desempenhar um papel importante na regulação do trânsito intestinal e no controle dos níveis de glicose no sangue (ROSA, 2021). Ainda sobre fibras alimentares, que inclui as fibras solúveis e as insolúveis. O consumo regular de fibras proporciona diversos benefícios para a saúde, como a regulação do trânsito intestinal, a redução do risco de doenças cardiovasculares e a melhoria do controle glicêmico (CANTWELL, 2001).

Já em relação a quantidade de proteína na palma forrageira, apesar de ser relativamente baixa, elas ainda contribuem para a sua composição nutricional. Alguns estudos tem apresentado resultados da presença de aminoácidos essenciais na palma, o que fortalece ainda mais o potencial de contribuição da palma forrageira na dieta humana (WANDERLEY et al., 2002).

De acordo com Cantwell (2001), quando se trata de micromoléculas, a palma forrageira é uma excelente fonte de vitaminas (vitaminas C, A, E e do complexo B) e minerais, como cálcio, potássio, magnésio e ferro. Esses nutrientes desempenham papéis essenciais no organismo humano, contribuindo para a manutenção da saúde e do bom funcionamento do corpo.

Martins (2011) destaca que a palma forrageira contém diversos compostos bioativos, como antioxidantes, flavonoides e beticianinas, associados à proteção contra o estresse oxidativo, à redução da inflamação e à prevenção de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer.

Para Rocha et al., (2012) e Lima et al., (2019), essa combinação de nutrientes e compostos bioativos, transforma a palma forrageira em um alimento com propriedades funcionais, muito promissor para consumo humano. Estudos têm investigado os efeitos dessa planta na saúde humana e têm encontrado resultados

promissores, como atividade antioxidante, propriedades anti-inflamatórias, potencial antidiabético e efeitos benéficos na saúde cardiovascular.

Como já citado, além dos frutos que podem ser consumidos *in natura*, em se tratando de agroindustrialização o processamento da palma forrageira, pode resultar numa gama de produtos, tais como: bebidas alcoólicas, doces, geléias, compotas, xaropes, frutos secos e cristalizados. Suas folhas são comestíveis, usadas com legumes cozidos, ou grelhados, especialmente na culinária mexicana (CHIACCHIO et al. 2006). Permitindo a diversificação em sua utilização. Desde das raquetes jovens e dos frutos, incluindo sementes e cascas.

De forma a agregar valor à produção, com conseqüente geração de emprego e renda para os agricultores familiares, fortalecendo a economia nas comunidades onde estão inseridos. A propósito, a utilização da palma forrageira, remete ao período da colonização espanhola, onde os índios mexicanos, já consumiam os frutos secos (CHIACCHIO et al. 2006). Como pode ser percebido, o uso da palma forrageira está cada vez mais participando da alimentação humana, sendo usada na preparação de receitas doces e salgadas. No entanto, no Brasil ainda existem poucos trabalhos na literatura que fala sobre o uso da palma para alimentação humana.

## Metodologia

Este trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica, com a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento a respeito da utilização da palma forrageira na alimentação humana, através de obras já publicadas.

Foram utilizadas bases de dados acadêmicas, como PubMed, Scopus e Google Scholar. Os termos de busca utilizados incluíram combinações dos seguintes descritores: "Opuntia ficus", "figueira-da-índia", "palma forrageira", "alimentação humana", "nutrição", "compostos bioativos", "propriedades nutricionais" e "saúde". Foram considerados, estudos publicados em periódicos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e livros relevantes na área.

Foram incluídos estudos que abordaram o uso da palma forrageira na alimentação humana, com enfoque na composição nutricional, compostos bioativos, propriedades funcionais e potenciais benefícios à saúde. E ainda foi feita uma leitura sobre estudos que investigaram o uso da palma apenas para alimentação animais ou



em aplicações não relacionadas à alimentação humana, a fim de agregar mais conhecimento sobre o cultivo e manejo da palma forrageira.

Os estudos selecionados foram lidos e analisados criticamente. Foram extraídas informações relevantes sobre a composição nutricional da palma forrageira, compostos bioativos presentes, estudos de biodisponibilidade, efeitos na saúde humana, incluindo atividade antioxidante, propriedades anti-inflamatórias, potencial antidiabético e efeitos cardiovasculares. Os dados foram organizados e sintetizados para a redação da seção de resultados e discussão.

O artigo passou por revisão cuidadosa para garantir a precisão dos dados, coerência do texto e clareza na apresentação das informações. Realizaram-se edições e ajustes necessários para aprimorar a estrutura e o conteúdo do artigo.

## Resultados e discussão

Diversos estudos têm demonstrado o potencial da utilização da palma forrageira na alimentação humana, de várias formas. Nesta seção, serão apresentados alguns resultados sobre o uso da palma forrageira na alimentação humana, com citações de estudos relevantes. Para isso, foram analisados

Foram incluídos estudos que abordavam o uso da palma forrageira na alimentação humana, com enfoque na composição nutricional, compostos bioativos, propriedades funcionais e potenciais benefícios à saúde. Apesar do viés da pesquisa ser a utilização da palma na alimentação humana, foram incluídos também alguns estudos que investigaram o uso da palma forrageira na alimentação. O quadro 2, apresenta algumas características em termos de composição nutricional, comuns e discutidas por alguns estudos.

**Quadro 2:** Características de composição nutricional

<b>Propriedades</b>	<b>Martins (2011)</b>	<b>Rocha et al. (2012)</b>	<b>Lima et. Al (2019)</b>
Vitaminas	X	X	X
Minerais	X	X	X
Fibras	X	X	X
Polifenóis	X	X	X
Betalaínas	X	X	X

Fonte: própria (2023).

Estudos conduzidos por Martins (2011), Rocha et al., (2012) e Lima et al., (2019) mostram os benefícios da palma forrageira como um alimento funcional. Os pesquisadores destacaram que a palma é uma fonte rica de nutrientes essenciais, incluindo vitaminas, minerais e fibras. Além disso, ela contém compostos bioativos, como polifenóis e betalaínas, que possuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Esses compostos têm sido associados à redução do risco de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer. No quadro 3, estão listados os resultados de alguns estudos que analisaram as propriedades medicinais da palma forrageira associadas à redução ou no desenvolvimento de doenças.

**Quadro 3:** Propriedades funcionais da palma forrageira associados à redução da síndrome metabólica.

Propriedades de redução de risco	Martins (2011)	Stintzing et al (2015)	Rosa (2021)	Cantwell (2001)
Problemas cardiovasculares	X			X
Certos tipos de cânceres	X			
Redução de glicose no sangue		X	X	X
Redução triglicerídeos		X	X	
Redução pressão arterial		X		
Melhoria do perfil lípido		X		
Regulação Intestinal			X	X
Hipertrofia protástica			X	
Gastrite			X	

Fonte: própria (2023).

Outro estudo realizado por Stintzing et al. (2005) no estudo “Cactus stems (*Opuntia ssp.*), avaliou potencial da palma forrageira como um alimento funcional na prevenção da síndrome metabólica. Os resultados mostraram que o consumo regular de palma forrageira contribuiu para a redução dos níveis de glicose no sangue, triglicerídeos e pressão arterial em indivíduos com síndrome metabólica. Além disso, os pesquisadores observaram melhorias no perfil lipídico e no estado antioxidante dos participantes do estudo. Rosa (2021), além dos além dos parâmetros estudados por Stintzing et al. (2005), estudou ainda

Cantwell (2001) e Martins (2011) investigaram o potencial da palma forregria como um alimento funcional na prevenção da síndrome metabólica. Os resultados mostraram que o seu consumo regular de contribuiu para a redução dos níveis de glicose no sangue, triglicerídeos e pressão arterial em indivíduos com síndrome

metabólica. Além disso, os pesquisadores observaram melhorias no perfil lipídico e no estado antioxidante dos participantes do estudo.

Além de seus benefícios nutricionais e funcionais, a palma forrageira também pode ser utilizada como ingrediente em diversas preparações culinárias. Em um estudo conduzido por Alves (2019), investigou e avaliou a utilização da farinha de palma forrageira na produção de pães. Os resultados mostraram que a farinha foi capaz de melhorar a textura, a cor e as propriedades sensoriais dos pães, além de conferir um teor mais elevado de fibras e compostos bioativos.

A palma forrageira apresenta potenciais benefícios na alimentação humana devido à sua composição nutricional, presença de compostos bioativos e propriedades funcionais. No entanto, é importante ressaltar que o seu consumo deve ser parte de uma dieta equilibrada e variada. É necessário considerar a individualidade de cada pessoa e possíveis contraindicações específicas. Portanto, é recomendado buscar orientação de um profissional de saúde antes de incorporá-la em sua dieta regular.

## Considerações finais

A revisão da literatura sobre o uso da palma forrageira na alimentação humana revela um potencial promissor dessa planta como alimento funcional. A palma forrageira apresenta uma composição nutricional interessante, com teores significativos de carboidratos, proteínas, fibras, vitaminas e minerais. Além disso, essa planta é rica em compostos bioativos, como antioxidantes, flavonoides e betalaínas, que têm sido associados a diversos benefícios para a saúde.

Os estudos revisados demonstraram que a palma forrageira exibe propriedades antioxidantes, contribuindo para a proteção contra danos oxidativos e redução do estresse oxidativo no organismo. Além disso, essa planta apresenta propriedades anti-inflamatórias, podendo ajudar a modular processos inflamatórios no corpo. Essas propriedades têm implicações importantes na prevenção de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, diabetes e certos tipos de câncer.

Além dos efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios, a palma forrageira também mostrou potencial antidiabético, com estudos sugerindo que seu consumo pode ajudar a regular os níveis de glicose no sangue e melhorar a sensibilidade à insulina. Esses

efeitos podem ser atribuídos aos compostos bioativos presentes na planta, como fibras solúveis e compostos fenólicos, que podem retardar a absorção de glicose e melhorar o controle glicêmico.

Outra área de interesse é o potencial da palma forrageira na saúde cardiovascular. Estudos sugerem que essa planta pode exercer efeitos benéficos na redução dos níveis de lipídios, incluindo colesterol total e triglicérides, o que pode contribuir para a prevenção de doenças cardiovasculares.

Apesar dos resultados promissores, é importante ressaltar que a maioria dos estudos realizados até o momento são de natureza preliminar, sendo necessárias mais pesquisas para confirmar esses benefícios e elucidar os mecanismos de ação da cactácea na saúde humana. Além disso, é necessário considerar fatores como a forma de preparo e processamento dos alimentos à base de palma forrageira, que podem afetar a concentração e biodisponibilidade dos compostos bioativos.

Neste sentido, evidencia-se que a palma forrageira apresenta um potencial promissor como alimento funcional na alimentação humana, oferecendo uma variedade de compostos bioativos e propriedades benéficas para a saúde. Sendo uma excelente alternativa para a obtenção de matéria-prima na alimentação humana, possui grande facilidade de adaptação as condições semiáridas, tolera à seca, possui uma boa produtividade e um bom valor nutricional.

No entanto, são necessárias mais pesquisas para confirmar esses efeitos e estabelecer diretrizes claras para o consumo adequado e seguro.

O uso da palma forrageira na alimentação humana pode contribuir para a diversificação da dieta e oferecer benefícios à saúde, mas é fundamental que os consumidores busquem orientação profissional e adotem uma abordagem equilibrada e variada em sua alimentação. Portanto, o uso da palma forrageira na alimentação humana pode contribuir para a diversificação e enriquecimento da dieta, oferecendo potenciais benefícios à saúde. No entanto, são necessárias mais pesquisas para elucidar completamente os efeitos e mecanismos de ação dessa planta, bem como explorar suas aplicações na indústria de alimentos.

## Referências

ALVES, S. de A. **Avaliação da aplicação da farinha da palma forrageira (Opuntia**

**ficus- indica) em pão de forma.** 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019. Disponível em: < <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/16159>>. Acesso: 3 de jul. 2023.

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação.** São Paulo, SP: Atlas, 2010.

BEZERRA, S. A. F.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; MORAIS, J. E. F.; DINIZ, W. J. S. S.; QUEIROZ, M. G. Demanda hídrica bruta da Palma Forrageira em cenários futuros de mudanças climáticas no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, n.6, p.1648-1653, 2015.

CÂNDIDO FILHO, A.; PEREIRA, F.; LIMA, A. Base alimentar humana com o uso da palma forrageira. **VI Simpósio de Reforma Agrária e Questões Rurais.** Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2014.

CANTWELL, M. **Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira.** In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira.* Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p.123-139

CHIACCHIO F. P. B.; MESQUITA A. S.; SANTOS J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o Semiárido baiano. **Revista Bahia Agríc.** v.7, n.3, nov. 2006. Disponível em: [http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia03\\_v7n3.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia03_v7n3.pdf). Acesso em: 1 de jul. 2023.

CARVALHO, Paulo Roberto Nogueira. **Extração de ácido carminico e análise por cromatografia líquida de alta eficiência.** 1996. 96f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual De Campinas, Instituto de Química, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1583573>. Acesso em: 1 jul. 2023.

DUBEUX JUNIOR., J. C. B.; MUIR, J. P.; SANTOS, M. V. F.; VENDRAMINI, J. M. B.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A. Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.40, p. 280-290, 2011.

FLORES, C. A. V. **Produção, industrialização e comercialização de verdura de palma forrageira.** In: Barbera, Guisepe; Inglese, Paolo (Eds.). *Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira.* Paraíba: SEBRAE/PB, p.94-102, 2001.

GALINDO, I. C. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R.S.C. Uso da palma na conservação dos solos. In: Menezes, R. S. C. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p.163-176

GALVÃO, T. H. B.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; BRASIL, Y. L.; SILVA, A. G. F.; SILVA, K. G.; SANTOS, K. P.; SILVA, J. L.; SILVA, M. S.; SALES, G. N.; GADELHA, T. M. Physico-chemical quality changes of young cladodes of "Mexican Elephant Ear"

minimally processed during refrigerated storage. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.27, n.1, p.1-9, 2018.

GUEDES, C. C.; OLIVEIRA, J. S.; FERNANDES, M. F.; OLIVEIRA, R.; DEIRO, T. C. B. J.; SOUSA, V. **Broto de palma, sabor e nutrição**. SEBRAE/PE – FAEPE. Recife, 2004.

ROSA, R. D. de A. **Licor à base de palma forrageira (Opuntia ficus indica) e gengibre (Zingiber officinale) : análise da cor e sólidos solúveis totais** . 2021. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroindústria) - Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, SE, 2021. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/15631>. Acesso em: 01 de jul. 2023.

LIMA, G. F. da C.; SILVA, J. G. M. da; NOBRE, F. V.; BARRETO, H. F. M. **Produção estratégica de alimentos para a pecuária familiar no semiárido: alternativa para a formulação de rações na própria fazenda, Natal: EMPARN; EMATER-RN, 2009**. 53 p. (6º Circuito de Tecnologias Adaptadas para Agricultura Familiar, 2009). Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/pdf/produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20alimentos%20para%20a%20pecuparia.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2023.

LOPES, E. B. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização**. In: VI Congresso Internacional de Palma e Cochonilha e VI Encontro Geral da FAOACTUSNET. João Pessoa, EMEPA/FAEPA, 130 p, 2007.

MARTINS, S. C. da C. **Avaliação do potencial biológico de Opuntia ficus-indica: (Figueira da Índia)**. 2011. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Fernando Pessoa - Porto – Portugal, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10284/2286>. Acesso em: 01 de jul. 2023.

NUNES, C. S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.58-66, 2011.

ROCHA, J. E. da S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil: o estado da arte**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012. 40 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/979108/1/DOC106.pdf>. Acesso em: 2 jul. de 2023.

SALES JÚNIOR, F. V.; FREITAS, J. B. de; MENEZES, E. R. de; FERNANDES JÚNIOR, J. V. M.; BATISTA, K. C. P.; BORGES, M. da G. B.; MEDEIROS, A. C. de. Programa Compra Direta e a criação de mercados para a agricultura familiar: o caso da EMATER-RN. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 08–15, 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/2148>. Acesso em: 1 jul. 2023.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Palma forrageira: cultivo de palma forrageira no semiárido brasileiro**. Brasília: SENAR, 2013. 56 p.

SILVA, C. C. F. da; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **REDVET, Revista Eletrônica de Veterinária**, Málaga, Espanha v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SOARES, M. S. Palma forrageira: aspecto do cultivo e desempenho animal. **Nutri Time Revista Eletrônica**, v.14, n.4, p.6041-6055, 2017.

STINTZING, F.C.; CARLE, R. Cactus stems (*Opuntia* spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.49, n.2, p.175-194, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/mnfr.200400071>>. Acesso: 2 de jul. 2023.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B. de A. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica*) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 2002; 31(1):273-281. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/C4XjQnBWBJLRnSbgh4mgsv/#>>. Acesso em: 2 jul. 2023.

# TENDÊNCIAS E BENEFÍCIOS DA FERMENTAÇÃO EM BEBIDAS VEGETAIS: UMA REVISÃO DOS ÚLTIMOS AVANÇOS

## TENDENCIAS Y BENEFICIOS DE LA FERMENTACIÓN EN BEBIDAS VEGETALES: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS AVANCES

### TRENDS AND BENEFITS OF FERMENTATION IN VEGETABLE BEVERAGES: A REVIEW OF THE LATEST ADVANCES

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.375-397>

**Tarcisio Wolff Leal**

Pós-graduação em Engenharia de Materiais (PIPE), UFPR, [tarcisio.leal@ufpr.br](mailto:tarcisio.leal@ufpr.br)

**Afonso Henrique da Silva Júnior**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, [afonso.silva@posgrad.ufsc.br](mailto:afonso.silva@posgrad.ufsc.br)

**Patrícia Vieira de Oliveira**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, [p.v.oliveira@posgrad.ufsc.br](mailto:p.v.oliveira@posgrad.ufsc.br)

**Júlia de Oliveira Martins Müller**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, [julia.omm@posgrad.ufsc.br](mailto:julia.omm@posgrad.ufsc.br)

**Carlos Rafael Silva de Oliveira**

Doutor em Engenharia Química, UFSC, [carlos.oliveira@ufsc.br](mailto:carlos.oliveira@ufsc.br)Resumo



## Resumo

As bebidas de origem vegetal têm ganhado destaque devido às mudanças no padrão de consumo global. No entanto, esses produtos apresentam desvantagens nutricionais e sensoriais que dificultam sua substituição pelo leite de origem animal. Para contornar esses problemas, o processo de fermentação tem sido sugerido como uma solução, conferindo valor nutricional e sensorial aos produtos vegetais. Além disso, o uso de cepas probióticas em bebidas vegetais fermentadas tem sido explorado por seus potenciais benefícios à saúde. Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados sobre o desenvolvimento de bebidas probióticas à base de plantas, como bebidas fermentadas de aveia, soja, amêndoas, pistache, castanha de caju, semente de damasco e coco. A maioria desses estudos relatou melhorias na qualidade nutricional, sensorial e aumento da atividade antioxidante. No entanto, mais pesquisas são necessárias para aprimorar os processos de fermentação e a seleção adequada de cepas probióticas. Este trabalho tem como objetivo revisar os estudos mais relevantes sobre a produção de bebidas vegetais, sua composição nutricional, a influência da fermentação na qualidade dos produtos, bem como os benefícios e desafios associados ao desenvolvimento das bebidas de origem vegetal. Para este trabalho de revisão, utilizou-se a base de dados da Scopus como fonte de pesquisa. As palavras-chave selecionadas foram "leite fermentado à base de plantas", "bebidas à base de plantas", "probióticos" e "vegano". Aplicaram-se filtros para identificar publicações de pesquisa, revisão e capítulos de livros publicados entre 2021 e 2023. Foram encontradas 152 publicações, das quais foram selecionadas as mais relevantes para este trabalho.

**Palavras-chave:** Bebida à base de plantas, fermentação, probiótico, qualidade sensorial, substituição do leite de origem animal.

## Resumen

Las bebidas de origen vegetal han ganado protagonismo debido a los cambios en el patrón de consumo mundial. Sin embargo, estos productos presentan inconvenientes nutricionales y sensoriales que dificultan su sustitución por leche de origen animal. Para superar estos problemas, se ha sugerido como solución el proceso de fermentación, aportando valor nutricional y sensorial a los productos vegetales. Además, se ha explorado el uso de cepas probióticas en bebidas vegetales fermentadas por sus posibles beneficios para la salud. En los últimos años se han llevado a cabo varios estudios sobre el desarrollo de bebidas probióticas de origen vegetal, como bebidas fermentadas de avena, soja, almendras, pistachos, anacardos, huesos de albaricoque y coco. La mayoría de estos estudios informaron mejoras en la calidad nutricional y sensorial y una mayor actividad antioxidante. Sin embargo, se necesita más investigación para mejorar los procesos de fermentación y la selección adecuada de cepas probióticas. Este trabajo tiene como objetivo revisar los estudios más relevantes sobre la producción de bebidas vegetales, su composición nutricional, la influencia de la fermentación en la calidad del producto, así como los beneficios y desafíos asociados al desarrollo de bebidas de origen vegetal. Para este trabajo de revisión se utilizó como fuente de investigación la base de datos Scopus. Las palabras clave seleccionadas fueron "leche fermentada de origen vegetal", "bebidas de origen vegetal", "probióticos" y "vegano". Se aplicaron filtros para identificar publicaciones de

investigación, reseñas y capítulos de libros publicados entre 2021 y 2023. Se encontraron un total de 152 publicaciones, de las cuales se seleccionaron las más relevantes para este trabajo. Palabras clave: Bebida de origen vegetal, fermentación, probiótico, calidad sensorial, sustitución de la leche de origen animal.

**Palabras clave:** Bebida de origen vegetal, fermentación, probiótico, calidad sensorial, sustitución de la leche de origen animal.

## Abstract

Plant-based beverages have gained importance due to changes in global consumption patterns. However, these products have nutritional and sensory drawbacks that make it difficult to substitute them for milk of animal origin. To overcome these problems, the fermentation process has been proposed as a solution that gives nutritional and sensory value to plant-based products. In addition, the use of probiotic strains in fermented vegetable beverages has been explored for their potential health benefits. In recent years, several studies have been conducted to develop plant-based probiotic beverages, such as fermented beverages from oats, soy, almonds, pistachios, cashews, apricot kernels, and coconuts. Most of these studies reported improvements in nutritional and sensory quality and increased antioxidant activity. However, further research is needed to improve fermentation processes and proper selection of probiotic strains. The aim of this work is to review the main studies on the production of plant-derived beverages, their nutritional composition, the impact of fermentation on product quality, and the benefits and challenges associated with the development of plant-derived beverages. For this review, the Scopus database was used as a research source. The keywords selected were "plant-based fermented milk", "plant-based beverages", "probiotics", and "vegan". Filters were applied to identify research publications, reviews, and book chapters published between 2021 and 2023. A total of 152 publications were found, of which the most relevant were selected for this work.

**Keywords:** Plant-based beverage, fermentation, probiotic, sensory quality, replacement of milk of animal origin.

## Introdução

O leite de vaca é considerado um alimento completo, pois possui mais nutrientes essenciais em quantidades desejáveis para a saúde humana do que qualquer outro alimento. Ele é adequado para o crescimento em crianças e capaz de manter a saúde e o bem-estar em seres humanos de todas as idades (Patton e McNamara, 2022). Entretanto, apesar desses benefícios, o leite pode ser de difícil digestão para pessoas que possuam doenças metabólicas e alergias. Nessas situações, o único tratamento efetivo é a sua exclusão da dieta (Dubrovsky *et al.*, 2023; Gasparin, Teles e Araújo, 2010). Além disso, o consumo de laticínios está associado diretamente com o setor pecuário que, por sua vez, é responsável por aproximadamente 15% das emissões globais de gases do efeito estufa (GEE), sendo

assim um dos principais contribuintes para as mudanças climáticas (Bellarby *et al.*, 2013; Gerber *et al.*, 2013; Siegl *et al.*, 2023).

Para além das razões acima referidas, o perfil alimentar dos consumidores tem se alterado gradativamente a citar, por exemplo, o aumento da difusão do veganismo, um movimento de cunho político e filosófico que busca alternativas sustentáveis que visam a substituição completa dos produtos de origem animal (Alcorta *et al.*, 2021; Slywitch, 2010). A nível nacional, de acordo com o Instituto Inteligência em Pesquisa em Consultoria Estratégica (IPEC) (2021), cerca de 46 % da população passou a adotar uma dieta que exclui carne pelo menos uma vez por semana, enquanto mais de 30 % dos brasileiros optam por escolhas veganas em restaurantes e estabelecimentos. Esses números correspondem a aproximadamente 60 milhões de pessoas, indicando um mercado promissor para produtos de origem vegetal.

Nos últimos anos, por conta da forma como o perfil de consumo tem se modificado, o mercado global tem se voltado cada vez mais para o comércio de bebidas à base de plantas (BBP). Segundo o relatório produzido pela Allied Market Research (2022), o mercado para as alternativas ao leite de origem animal foi avaliado em US\$ 13,2 bilhões em 2020 podendo chegar até US\$ 55,5 bilhões no ano de 2031 registrando, assim, uma taxa de crescimento anual composta de 13,9 % entre 2022 e 2031.

Contudo, as BBP, apesar de tentarem se assimilar ao leite de origem animal, ainda não fornecem todo o valor nutricional além de, muitas vezes, possuírem sabores indesejados e a presença de antinutrientes como, por exemplo, ácido fítico, saponina e lecitina. Por isso, essas bebidas normalmente têm sido enriquecidas com vitaminas, aminoácidos e minerais. Todavia, a inclusão excessiva de aditivos em alimentos é uma prática que confere artificialidade aos alimentos, indo ao contrário da tendência de produtos sustentáveis e saudáveis (Aydar, Tutuncu e Ozcelik, 2020; Chalupa-Krebzdak, Long e Bohrer, 2018; Desai *et al.*, 2002; Mäkinen *et al.*, 2016; Sethi, Tyagi e Anurag, 2016; Vanga e Raghavan, 2018).

Uma alternativa interessante para contornar essas dificuldades é o emprego da fermentação, um processo ancestral que utiliza uma abordagem natural para melhorar alimentos, tornando-os mais atrativos e funcionais (Adler *et al.*, 2013; Shah *et al.*, 2023). O conceito de alimentos funcionais remonta ao Japão dos anos 1980, e

foi oficialmente estabelecido em 1991. No Brasil, essa categoria foi regulamentada em 1999 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução n.º 18 de 30 de abril de 1999 (Prado *et al.*, 2008). Segundo Brasil (2009) “Alimentos funcionais são alimentos ou ingredientes que produzem efeitos benéficos à saúde, além de suas funções nutricionais básicas”.

Os alimentos probióticos, por sua vez, pertencem à classificação de alimentos funcionais e são produzidos a partir da aplicação de cepas de microrganismos de qualidade alimentar que desempenham um papel fundamental ao melhorar o valor nutricional, aroma, sabor, textura e estabilidade, além de contribuir para a segurança microbiológica (Leroy e Vuyst, De, 2004; National Research Council, 1992). Para que o alimento seja considerado probiótico, um número elevado de células ( $10^6$  a  $10^7$  UFC·mL<sup>-1</sup>) deve estar viável até o momento do consumo e estas devem ter a capacidade de resistir às condições do trato gastrointestinal humano para que possam modificar de forma saudável a flora intestinal (Kandylis *et al.*, 2016; Rathore, Salmerón e Pandiella, 2012).

Para que isso seja possível, existem duas formas de fermentação aplicadas em alimentos, a monocultural e a de cultura mista. A aplicação da fermentação monocultural em produtos alimentícios é amplamente compreendida. No entanto, o uso de culturas mistas com dois ou mais microrganismos tem sido recebido muita atenção, principalmente para o uso em leites à base de plantas, devido ao efeito sinérgico que ocorrem nos consórcios microbianos, os quais contribuem para a melhoria de diversos critérios de qualidade em um único processo (Ciani *et al.*, 2010; National Research Council, 1992; Sieuwerts *et al.*, 2008; Smid e Lacroix, 2013).

O objetivo deste trabalho de revisão foi avaliar os principais extratos vegetais estudados na literatura e os benefícios da fermentação dessas bebidas. Além disso, foram abordados os estudos mais relevantes dos últimos 3 anos sobre o desenvolvimento de bebidas fermentadas à base de plantas (BFBP).

## Metodologia

Para realizar este trabalho de revisão, optou-se por utilizar a base de dados da Scopus como fonte de pesquisa selecionando as seguintes palavras-chave de acordo com o tema de estudo: "bebida fermentada à base de plantas", "bebida à base de

plantas", "probióticos" e "vegano". Em seguida, aplicaram-se filtros para identificar publicações de artigos de pesquisa, de revisão e capítulos de livros publicados no período de 2021 a 2023. Ao todo, foram encontradas 152 publicações, sendo selecionadas aquelas consideradas mais relevantes para o presente trabalho.

## Tipos de leites vegetais: diversidade de plantas, composição nutricional e desafios tecnológicos

Várias plantas têm sido empregadas para produzir os mais diversos tipos de BBP. As mais relevantes podem ser classificadas em cinco tipos: leguminosas (feijões), nozes, sementes, pseudocereais e cereais (Sethi, Tyagi e Anurag, 2016). Dentre todas as citadas, a bebida à base de soja é a que possui maior predominância no mercado ocidental (Mäkinen *et al.*, 2016). Ademais, outros tipos de bebidas contribuem para a diversidade do mercado de BBP como, por exemplo, o extrato feito com amêndoas, coco, semente de girassol, grão de bico, tremoço, cânhamo, gergelim, quinoa, ervilha e arroz. Dependendo das matérias-primas utilizadas, as bebidas correspondentes podem apresentar diferenças significativas em composição e sabor (Tangyu *et al.*, 2019).

Esses produtos de origem vegetal são isentos de lactose e colesterol. No entanto, a **Tabela 01** mostra que muitas das alternativas vegetais possuem baixo teor de proteína, o que dificulta uma substituição completa do leite de origem animal. Isso pode resultar em um déficit de proteína na dieta, representando um risco para a saúde (Mäkinen *et al.*, 2016; Titchenal e Dobbs, 2018).

**Tabela 01:** Composição centesimal de alimentos (comparativo entre leite de origem animal e bebidas à base de plantas).

Produto	Proteína (g)	Lipídeos totais (g)	Carboidratos (g)	Fibras totais (g)	Cálcio (mg)	Valor energético (kcal)	Referência
Leite integral de vaca	3.33	3.33	5.42	0	129	67	USDA (2023)
Amêndoas	0.42	1.04	7.92	0.4	188	42	USDA (2023)
Arroz	0.1	1	9.5	0	120	47	Alpro (2023)
Aveia	1.67	0.63	7.5	0.9	7.5	41.7	Elmhurst (2023)
Avelã	0.4	1.6	3.1	0.3	120	121	Alpro (2023b)
Castanha de caju	1.9	4.65	4.44	0.8	8	66	USDA (2023)
Castanha do Pará	1.75	7.2	13.4	-	12.46	-	Felberg <i>et al.</i> (2009)
Gergelim	2.97	6.43	4.04	-	-	-	Afaneh (2011)
Grão de bico	1.21	0.34	2.32	0.78	-	-	Wang, Chelikani e

							Serventi (2018)
Quinoa	0.5	1.2	3.5	-	-	121	Nutritionix (2023)
Semente de girassol	0.78	2	0	1.2	0.16	21.1	Blum, Ramoni e Balbi (2016)
Soja	3.33	1.88	3.75	0.8	188	46	USDA (2023)

**Fonte:** adaptado de Silva, Silva e Ribeiro (2020).

Além disso, embora seja amplamente acreditado que a proteína animal seja mais eficiente na estimulação da síntese de proteína muscular, um estudo recente realizado por Lim *et al.* (2021) analisou diversos trabalhos comparando os efeitos das proteínas animais e vegetais na massa magra e na força muscular. Surpreendentemente, as meta-análises realizadas pelos autores demonstraram que a fonte de proteína não teve impacto significativo nas mudanças no percentual de massa magra ou na força muscular. No entanto, observou-se um efeito favorável da proteína animal no percentual de massa magra. Os resultados também sugerem que a proteína animal tende a ser mais benéfica para a massa magra, especialmente em adultos mais jovens.

Essas variações na qualidade nutricional podem ser atribuídas ao perfil de aminoácidos encontrado nas fontes vegetais. Por exemplo, as proteínas de cereais geralmente possuem menor teor de lisina, enquanto as proteínas de leguminosas geralmente possuem menor teor de cisteína e metionina. Somente a bebida à base de soja fornece um teor de proteína semelhante ao leite de vaca e é geralmente considerada uma proteína completa para a população adulta, enquanto todas as outras bebidas apresentam níveis inadequados de proteína (Jeske, Zannini e Arendt, 2017; Mäkinen *et al.*, 2016; Schaafsma, 2000).

Além disso, as bebidas vegetais contêm componentes bioativos conhecidos como fatores antinutricionais, tais como fitatos (ácido fítico) e saponinas, que formam complexos insolúveis com cátions como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ , reduzindo assim sua biodisponibilidade (Chalupa-Krebsdak, Long e Bohrer, 2018). As lecitinas presentes na soja, amendoim e feijões podem afetar significativamente a absorção de glicose no intestino. Da mesma forma, saponinas encontradas na soja, aveia, ervilha e feijão interferem na absorção de proteínas ao formar complexos com as proteínas, tornando-as resistentes à digestão. Inibidores de protease em BBP também podem interferir na digestão de proteínas e amidos, inativando enzimas digestivas (Silva, Silva e Ribeiro, 2020; Tangyu *et al.*, 2019). Esses antinutrientes não afetam apenas a absorção de

minerais, mas também a absorção de vitaminas. Por exemplo, vários polifenóis podem inativar a tiamina, levando à má absorção (Aydar, Tutuncu e Ozcelik, 2020). Esses fatores indicam que a baixa quantidade de proteína e a baixa biodisponibilidade de minerais e vitaminas são as principais limitações dos BBP.

Portanto, a fim de superar as desvantagens das BBP mencionadas acima e obter um produto com valor nutricional equivalente ao leite de origem animal, recomenda-se, de acordo com Silva, Silva e Ribeiro (2020) e Aydar, Tutuncu e Ozcelik (2020), a adoção de abordagens como a fermentação, o enriquecimento proteico, bem como a adição de enzimas ou a combinação de dois ou mais tipos de BBP. Esses métodos podem contribuir para melhorar a composição nutricional, aumentar a biodisponibilidade de nutrientes e aprimorar as características organolépticas das bebidas vegetais.

## **Produção de probióticos de origem vegetal: etapas e processos essenciais**

Naturalmente, cereais, legumes e sementes possuem uma microbiota que pode promover a fermentação espontânea, a qual tem sido amplamente utilizada na fabricação de diversos produtos fermentados tradicionais (Adesulu-Dahunsi, Jeyaram e Sanni, 2018; Aka *et al.*, 2020). No entanto, quando as BFBP são produzidas a partir dessas matérias-primas, existe um maior risco de contaminação por microrganismos naturalmente presentes, os quais podem competir com os microrganismos adicionados, incluindo os probióticos. Portanto, a produção de BFBP está intrinsecamente ligada a um maior potencial de contaminação microbiana (Canaviri Paz, Janny e Håkansson, 2020).

Dentro desse contexto, a fermentação probiótica surge como uma opção atrativa, não apenas para enriquecer o produto com um elevado número de probióticos vivos, mas também para aprimorar o valor nutricional, o aroma, o sabor, a textura e a estabilidade, além de garantir a segurança microbiana (Canaviri Paz, Janny e Håkansson, 2020). A fermentação melhora as propriedades nutricionais das BBP, aumentando o conteúdo e a biodisponibilidade dos nutrientes. Por exemplo, durante a fermentação, microrganismos de qualidade alimentar cultivados podem aumentar o

conteúdo de proteína, melhorando a solubilidade da proteína vegetal e a composição e disponibilidade de aminoácidos (Tangyu *et al.*, 2019). Estudos também demonstraram que a atividade de pectinases sintetizadas e secretadas durante a fermentação microbiana pode aumentar o teor de proteína em bebidas à base de cereais (Silva, Silva e Ribeiro, 2020).

Ademais, pesquisas como a de Hou, Yu e Chou (2000) demonstraram que a adição de *Bifidobacterium spp.* em bebidas à base de soja resultou em um significativo aumento no teor de proteína. Da mesma forma, a pesquisa de Song *et al.* (2008) revelou que a fermentação de grãos de soja com *Lactobacillus plantarum* promoveu um aumento benéfico de aminoácidos essenciais, como a L-lisina. Esses achados destacam a capacidade de certas cepas microbianas durante o processo de fermentação em melhorar o perfil nutricional das bebidas. Além disso, é notável que durante a fermentação, certas cepas microbianas têm a capacidade de sintetizar vitaminas, como a vitamina K (Bentley e Meganathan, 1982) e as vitaminas do complexo B (LeBlanc *et al.*, 2011). Um exemplo conhecido é a habilidade da levedura em produzir vitamina B2 (Lindegren, 1945). Em comparação com a fortificação sintética, a fortificação com microrganismos naturais produtores de vitaminas é amplamente reconhecida como uma abordagem mais segura, natural e ecologicamente sustentável (LeBlanc *et al.*, 2011).

Mas como podemos obter esses produtos probióticos de origem vegetal? De acordo com o trabalho de Tangyu *et al.* (2019) (**Figura 01**), o processo de obtenção envolve etapas específicas. Inicialmente, as matérias-primas são imersas em água, passam por germinação e cozimento, reduzindo significativamente o teor de antinutrientes. Em seguida, o produto resultante é triturado, seja a seco ou com adição de água, e transferido para um tanque de ressuspensão, que tem como objetivo manter a solução homogênea devido às partículas insolúveis e decantáveis presentes na fase líquida. Posteriormente, o conteúdo desse tanque passa por um processo enzimático para quebrar o amido, seguido pela inativação enzimática e filtração, ou pela remoção de óleos em um tanque decantador, seguido também por filtração.

Então, o fluxo de produção passa para a etapa de formulação, que envolve a definição da composição da BBP, incluindo teor de sólidos, óleos e outros ingredientes. Em seguida, ocorrem os processos de homogeneização e pasteurização,

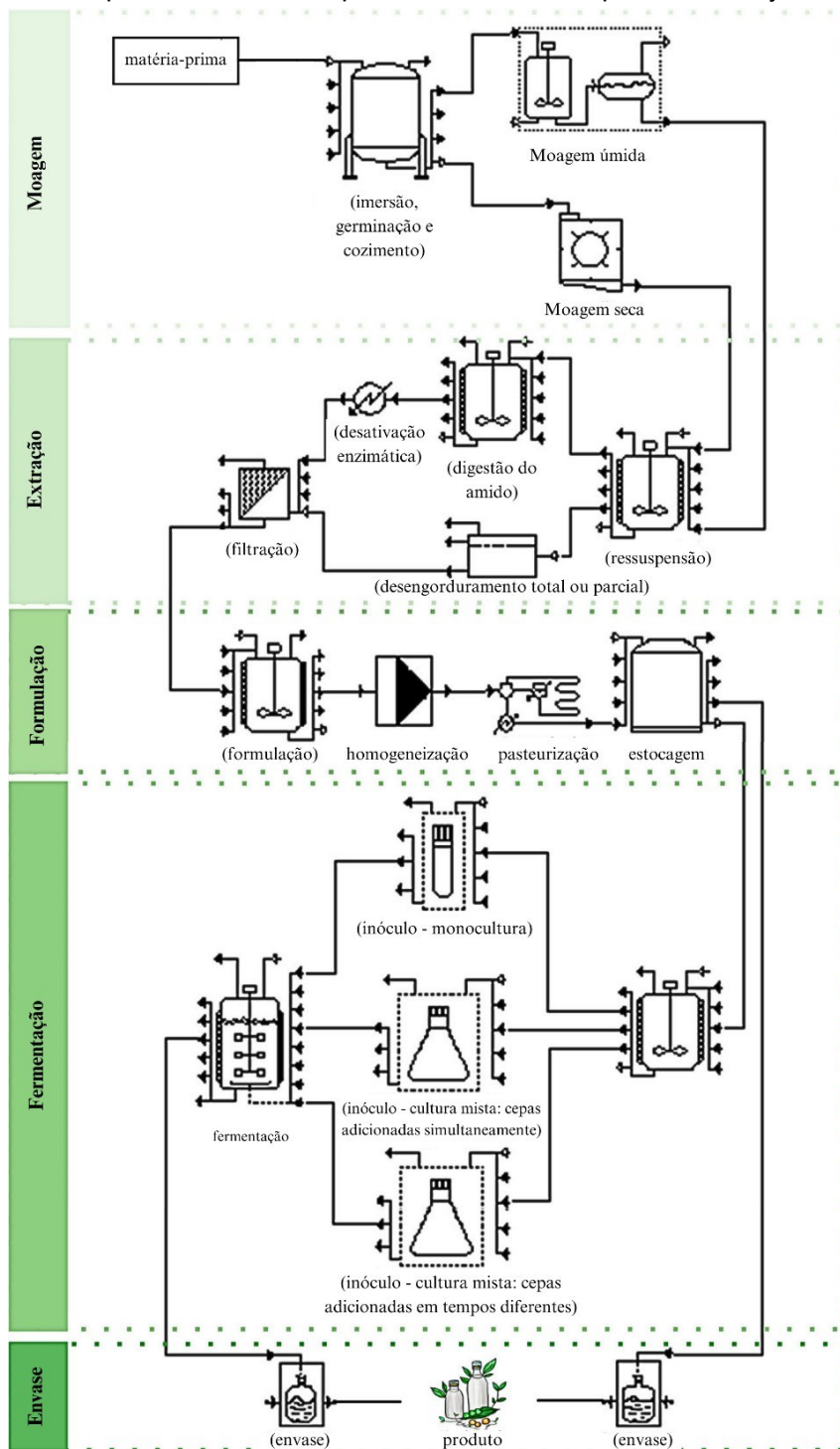


que têm como objetivo estabilizar a emulsão e reduzir a presença de microrganismos viáveis no produto, respectivamente. Após essas etapas, a BBP é armazenada em tanques específicos para o processo de fermentação.

Durante a etapa de fermentação, o produto passa por um tanque de ressuspensão e é inoculado com culturas probióticas, que podem ser monoculturas ou culturas mistas adicionadas concomitantemente ou separadamente ao longo do processo. Em seguida, o meio é acondicionado em um tanque, no qual ocorrerá o processo de fermentação. A utilização de culturas mistas na fermentação de materiais vegetais pode proporcionar efeitos sinérgicos. As interações entre os microrganismos em culturas mistas podem ser mutualísticas ou comensalísticas, promovendo atividades benéficas (Sieuwertz *et al.*, 2008). A cooperação entre *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* durante a fermentação do iogurte é um exemplo conhecido de mutualismo, onde as cepas beneficiam uma à outra (Sieuwertz *et al.*, 2008). A fermentação de culturas mistas também pode permitir biotransformações em várias etapas (Adler *et al.*, 2013). No entanto, nem todas as combinações de culturas mistas são favoráveis para a sobrevivência das culturas iniciadoras. Algumas combinações podem levar a uma diminuição da contagem viável de certas cepas (Champagne *et al.*, 2009; Chumchuere e Robinson, 1999). Em suma, a fermentação de materiais vegetais usando culturas mistas pode ter efeitos benéficos, resultando na produção de compostos bioativos, melhorias sensoriais por meio das interações sinérgicas entre os microrganismos envolvidos (Adler *et al.*, 2013; Champagne *et al.*, 2009; Chumchuere e Robinson, 1999; Mital e Steinkraus, 1979; Pyo, Lee e Lee, 2005; Sieuwertz *et al.*, 2008; Titiek *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2003).

Finalmente, na etapa de envase, o produto é embalado em recipientes adequados usando envasadoras herméticas para preservar sua frescura e propriedades até o consumo.

**Figura 01:** Fluxograma para a fabricação de BFBP (as operações unitárias indicadas entre parênteses são opcionais e dependem da matéria-prima escolhida e da qualidade desejada do produto).



Fonte: adaptado de Tangyu et al. (2019).

## Microrganismos probióticos utilizados na fermentação de bebidas vegetais

Apesar do potencial único das cepas probióticas no desenvolvimento de alimentos, a seleção criteriosa desses microrganismos é essencial devido aos desafios em manter sua viabilidade em matrizes não lácteas (Ranadheera *et al.*, 2019; Valero-Cases *et al.*, 2020). É importante considerar que a maioria dos probióticos atualmente utilizados foi isolada de laticínios, o que pode dificultar sua adaptação, multiplicação e viabilidade em leites à base de plantas devido a fatores como disponibilidade de nutrientes, presença de antinutrientes, pH desfavorável e ausência de efeito tampão. No entanto, estudos têm sugerido que muitas matrizes de BBP são capazes de suportar o crescimento probiótico e manter uma viabilidade satisfatória ao longo do processo de fermentação e armazenamento. Por exemplo, o extrato de soja, arroz e coco têm sido investigados e demonstraram um potencial promissor para o desenvolvimento de probióticos com viabilidade aceitável (Rasika *et al.*, 2021). Além disso, pesquisas relatam resultados positivos em matrizes vegetais como milho (Menezes *et al.*, 2018), aveia (Ravindran e S., 2021), quinoa (Canaviri Paz, Janny e Håkansson, 2020), trigo-sarraceno (Matejčková, Liptáková e Valík, 2017), grão-de-bico (Mesquita *et al.*, 2020), amendoim (Montanari *et al.*, 2020), castanha de caju (Bruno *et al.*, 2020), cânhamo (Nissen *et al.*, 2019) e noz (Cui, Chang e Nannapaneni, 2021). A mistura de extratos de soja, amêndoa, coco, grão-de-bico também têm mostrado potencial como matrizes promissoras para a produção de produtos fermentados, como evidenciado na **Tabela 02**.

**Tabela 02:** Viabilidade de probióticos aplicados em matrizes vegetais.

Produto	Cepa probiótica	Condições de fermentação	Viabilidade após fermentação (UFC·mL <sup>-1</sup> )	Estocagem	Viabilidade final (UFC·mL <sup>-1</sup> )	Referência
Bebida de quinoa	<i>Lb. plantarum</i> DSM 9843	30 °C por 2 d	10 <sup>10</sup> - 10 <sup>11</sup>	28 d a 4 °C	~10 <sup>7</sup>	Canaviri Paz, Janny e Håkansson (2020)
Bebida de quinoa probiótica	Cultura mista de <i>Bifidobacterium</i> spp., <i>Lb. Acidophilus</i> e <i>St. thermophilus</i>	37 °C por 6 h	10 <sup>6</sup> - 10 <sup>7</sup>	21 d a 5 °C	>10 <sup>6</sup>	Karovičová <i>et al.</i> (2020)
Trigo sarraceno fermentado	<i>Lb. plantarum</i> HM1	37 °C por 8 h	-	21 d a 6 °C	10 <sup>8</sup> - 10 <sup>9</sup>	Matejčková, Liptáková e Valík (2017)
Bebida mista de grão-de-bico e coco	<i>Lb. paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> LBC 81	37 °C até alcançar pH 4.6 - 4.8	>10 <sup>8</sup>	10 d a 4 °C	>10 <sup>8</sup>	Mesquita <i>et al.</i> (2020)
Bebida mista à base de soja	<i>Lb. rhamnosus</i> GG	37 °C por 72 h	~10 <sup>9</sup>	42 d a 8 °C	>10 <sup>7</sup>	Montanari <i>et al.</i> (2020)
Bebida mista à base de	<i>Lb. rhamnosus</i> GG	37 °C por 72 h	>10 <sup>9</sup>	42 d a 8 °C	>10 <sup>7</sup>	Montanari <i>et al.</i> (2020)

amendoim						
Bebida probiótica de amêndoas em pó	<i>Lb. Plantarum</i>	n.a.	n.a.	8 m a 4 °C	>10 <sup>7</sup>	Lipan et al. (2020)

**Fonte:** adaptado de Rasika et al. (2021).

Diversas cepas probióticas, principalmente de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, são amplamente utilizadas no desenvolvimento de produtos probióticos em BBP. A viabilidade e o crescimento dos probióticos nessas bebidas dependem da cepa específica utilizada. Por exemplo, o extrato de avelã demonstrou ter um efeito estimulante no crescimento de leveduras probióticas (Atalar, 2019), enquanto o de soja é favorável ao crescimento de *Bifidobacterium* devido à presença de oligossacarídeos adequados para essas cepas (Mustafa et al., 2019). A viabilidade probiótica em BBP também pode ser afetada pelo armazenamento e pelo material de embalagem utilizado (Padma et al., 2019). Certas abordagens, como o micro-encapsulamento e a secagem por pulverização, têm sido propostas para melhorar a viabilidade probiótica durante a fermentação e o armazenamento (Archacka, Celińska e Białas, 2020; Lipan et al., 2020; Lopes et al., 2020). A adição de prebióticos também pode ser eficaz na manutenção da viabilidade probiótica (Bruno et al., 2020; Cui, Chang e Nannapaneni, 2021; Santana et al., 2020; Santos et al., 2019). Os métodos de processamento, como o tratamento térmico e diferentes tecnologias aplicadas aos produtos lácteos à base de plantas, podem afetar o potencial probiótico (Silva, Silva e Ribeiro, 2020). No entanto, são necessárias mais pesquisas nessa área para melhor compreensão dos efeitos e benefícios dos probióticos em leites vegetais.

## Estado da arte (2021 a 2023)

Dentro do contexto discutido ao longo dessa revisão, foi possível notar que as BFBP têm recebido atenção crescente como alternativas aos produtos lácteos. Diversos estudos têm explorado a fermentação de diferentes bases vegetais, como aveia, soja, amêndoa e coco, utilizando diferentes culturas iniciadoras de bactérias lácticas e leveduras probióticas.

Logo, Kütt et al., (2023) desenvolveram uma bebida de aveia fermentada com diferentes culturas iniciadoras. O processo de fermentação resultou em bebidas com pH abaixo de 4,2 em 12 h, independentemente da cultura iniciadora utilizada. O sequenciamento metagenômico revelou que a espécie dominante foi *Streptococcus*

*thermophilus*. A fermentação melhorou o sabor e a textura, mas as bebidas ainda apresentavam odor e sabor azedo.

Mantegazza *et al.*, (2023), por sua vez, selecionaram microrganismos seguros para fermentar uma bebida de soja e aumentar sua atividade estrogênica e propriedades funcionais. Usando grãos de kefir de leite como inóculo, isolaram cepas de bactérias lácticas seguras para consumo humano. Essas cepas fermentaram os açúcares presentes na soja, produzindo uma textura cremosa e aumentando a atividade estrogênica da bebida.

Al-Zahrani e Shori (2023) avaliaram o impacto de cepas de *Lactobacillus spp.* na fermentação de bebidas lácteas à base de soja e leite de amêndoa. A adição dessa espécie aumentou a contagem de células viáveis e o teor de compostos fenólicos e flavonoides totais, além de melhorar a atividade antioxidante. As bebidas fermentadas mostraram potencial como veículos eficazes para probióticos com atividade antioxidante.

Mertdinç *et al.* (2023) desenvolveram um extrato à base de plantas a partir de pistache, com o objetivo de obter um produto mais rico em proteínas e compostos fenólicos. A bebida de pistache apresentou teor de proteína de 3,09 % a 3,78% e conteúdo fenólico altamente bioacessível. As características sensoriais foram bem aceitas, exceto a cor.

Uruc *et al.* (2022) produziram kefir a partir do extrato de semente de damasco como uma alternativa de alimento lácteo funcional. O kefir apresentou propriedades físico-químicas e sensoriais modificadas em comparação com o kefir de leite de vaca. As amostras de kefir com maior adição do extrato de semente de damasco exibiram maior atividade antioxidante.

Shori *et al.* (2022) investigaram o efeito de cepas de *Lactobacillus spp.* em co-culturas com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Lactis* na fermentação de extrato de castanha de caju. O fermentado apresentou menor pH, maior contagem de bactérias lácticas, teor expressivo de compostos fenólicos e flavonoides totais, além de maior atividade antioxidante.

Um estudo realizado por Fawzi *et al.* (2022) utilizou cepas de *Lactobacillus* para fermentar o extrato de arroz quebrado e produzir iogurtes de baixo custo. A fermentação resultou em iogurtes com alta viabilidade microbiana, pH reduzido,

aumento da acidez e teores elevados de ácidos acético e láctico. O iogurte de arroz apresentou boa qualidade sensorial e atividade citotóxica contra células cancerígenas, sendo considerado seguro para células normais.

Ferreira *et al.* (2022) avaliaram o desempenho do co-cultivo de leveduras probióticas e bactérias lácticas na produção de bebidas fermentadas à base de plantas. O estudo mostrou que a co-cultura de *Lactiplantibacillus plantarum* com as leveduras *Pichia kluyveri*, *Pichia guilliermondii* e *Debaryomyces hansenii* resultou em bebidas fermentadas com boa viabilidade microbiana, atividade antioxidante e características sensoriais distintas sendo as co-cultura de *D. hansenii* e *L. plantarum* aquelas que apresentaram maior atividade antioxidante.

Costa Fernandes *et al.* (2021) investigaram o efeito da adição de prebióticos (inulina, oligofrutose e polidextrose) e do probiótico *Lactocaseibacillus casei* em bebidas fermentadas à base de extrato hidrossolúvel de amêndoa de baru. Os produtos probióticos apresentaram maior acidez, perfil de ácidos graxos e concentração de compostos bioativos. A adição de inulina melhorou as propriedades tecnológicas, funcionais e sensoriais das bebidas fermentadas.

Sözeri Atik *et al.* (2021) fortificaram kefir vegano com *Spirulina platensis* e observaram aumento das contagens de microrganismos, conteúdo fenólico total e atividade antioxidante. O aumento da concentração de *Spirulina platensis* também influenciou nas propriedades reológicas e na cor dos produtos fermentados.

Alves *et al.* (2021) desenvolveram uma bebida fermentada vegana com kefir de água em extrato hidrossolúvel de coco, utilizando inulina como prebiótico. O estudo mostrou que as concentrações de inulina e de goma xantana influenciaram no crescimento dos grãos de kefir, no rendimento da bebida fermentada e na produção de ácido láctico.

Esses estudos demonstraram a viabilidade de produzir BFBP com características sensoriais, nutricionais e funcionais distintas. A fermentação dessas bebidas com culturas iniciadoras apropriadas permitiu a obtenção de produtos com viabilidade microbiana, atividade antioxidante, propriedades pré e probióticas, além de potencial citotóxico contra células cancerígenas.

## Conclusão

Os BBP estão se tornando populares devido ao aumento do interesse pelo veganismo, sustentabilidade, saúde e meio ambiente. No entanto, esses produtos enfrentam desafios em termos de valor nutricional e qualidade sensorial em comparação com o leite de origem animal. A fermentação é uma alternativa promissora para melhorar a qualidade nutricional e sensorial das BBP. O uso de cepas probióticas em BFBP também é explorado por seus possíveis benefícios à saúde. Todavia, mais pesquisas são necessárias para aprimorar os processos de fermentação e seleção de cepas probióticas adequadas. Além disso, é importante desenvolver métodos de avaliação de qualidade que considerem aspectos nutricionais, sensoriais e funcionais desses produtos. Em suma, as BFBP oferecem uma resposta às demandas dos consumidores contemporâneos, sendo possível superar as limitações nutricionais e sensoriais por meio da fermentação e seleção adequada de cepas probióticas, proporcionando produtos saudáveis, sustentáveis e de qualidade. O contínuo desenvolvimento nessa área ampliará as opções no mercado de alimentos e atenderá à crescente demanda por alternativas vegetais.

## Referências

ADESULU-DAHUNSI, A. T.; JEYARAM, K.; SANNI, A. I. Probiotic and technological properties of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria isolated from cereal-based nigerian fermented food products. **Food Control**, v. 92, p. 225–231, out. 2018.

ADLER, P. *et al.* Core Fluxome and Metafluxome of Lactic Acid Bacteria under Simulated Cocoa Pulp Fermentation Conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 79, n. 18, p. 5670–5681, 15 set. 2013.

AFANEH. Fundamental Elements to Produce Sesame Yoghurt from Sesame Milk. **American Journal of Applied Sciences**, v. 8, n. 11, p. 1086–1092, 1 nov. 2011.

AKA, S. *et al.* Characterization of lactic acid bacteria isolated from a traditional Ivoirian beer process to develop starter cultures for safe sorghum-based beverages. **International Journal of Food Microbiology**, v. 322, p. 108547, jun. 2020.

AL-ZAHRANI, A. J.; SHORI, A. B. Viability of probiotics and antioxidant activity of soy and almond milk fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. **Lwt**, v. 176, n. January, p. 114531, 2023.

ALCORTA, A. *et al.* Foods for Plant-Based Diets: Challenges and Innovations. **Foods**,

v. 10, n. 2, p. 293, 1 fev. 2021.

ALLIED MARKET RESEARCH. **Dairy Alternatives Market to Reach \$55.4 Bn, Globally, by 2031 at 13.99% CAGR: Allied Market Research.** Disponível em: <<https://www.prnewswire.com/news-releases/dairy-alternatives-market-to-reach-55-4-bn-globally-by-2031-at-13-99-cagr-allied-market-research-301517766.html>>. Acesso em: 16 maio. 2023.

ALPRO. **Rice original.** Disponível em: <<https://www.alpro.com/uk/products/drinks/rice-drinks/rice-original/>>. Acesso em: 17 maio. 2023a.

\_\_\_\_\_. **Hazelnut original.** Disponível em: <<https://www.alpro.com/uk/products/drinks/hazelnut/original/>>. Acesso em: 17 maio. 2023b.

ALVES, V. *et al.* Development of fermented beverage with water kefir in water-soluble coconut extract (*Cocos nucifera* L.) with inulin addition. **Lwt**, v. 145, n. March, 2021.

ARCHACKA, M.; CELIŃSKA, E.; BIAŁAS, W. Techno-economic analysis for probiotics preparation production using optimized corn flour medium and spray-drying protective blends. **Food and Bioproducts Processing**, v. 123, p. 354–366, set. 2020.

ATALAR, I. Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk. **LWT**, v. 107, p. 256–263, jun. 2019.

AYDAR, E. F.; TUTUNCU, S.; OZCELIK, B. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. **Journal of Functional Foods**, v. 70, p. 103975, jul. 2020.

BELLARBY, J. *et al.* Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. **Global Change Biology**, v. 19, n. 1, p. 3–18, jan. 2013.

BENTLEY, R.; MEGANATHAN, R. Biosynthesis of vitamin K (menaquinone) in bacteria. **Microbiological Reviews**, v. 46, n. 3, p. 241–280, set. 1982.

BLUM, J. E. S.; RAMONI, E. O.; BALBI, M. E. Extract of preparing soluble (milk) from sunflower seeds germinated (*Helianthus annuus* L., Asteraceae) and evaluation of their nutritional composition. **Visão Acadêmica**, v. 17, n. 1, 4 ago. 2016.

BRASIL. **Ministério da Saúde: Alimentos funcionais.** Disponível em: <<https://bvsmms.saude.gov.br/alimento-funcionais/>>. Acesso em: 15 maio. 2023.

BRUNO, L. M. *et al.* Non-dairy cashew nut milk as a matrix to deliver probiotic bacteria. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 3, p. 604–607, set. 2020.

CANAVIRI PAZ, P.; JANNY, R. J.; HÅKANSSON, Å. Safeguarding of quinoa beverage production by fermentation with *Lactobacillus plantarum* DSM 9843. **International Journal of Food Microbiology**, v. 324, p. 108630, jul. 2020.



CHALUPA-KREBZDAK, S.; LONG, C. J.; BOHRER, B. M. Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives. **International Dairy Journal**, v. 87, p. 84–92, dez. 2018.

CHAMPAGNE, C. P. *et al.* Selection of probiotic bacteria for the fermentation of a soy beverage in combination with *Streptococcus thermophilus*. **Food Research International**, v. 42, n. 5–6, p. 612–621, jun. 2009.

CHUMCHUERE, S.; ROBINSON, R. K. Selection of starter cultures for the fermentation of soya milk. **Food Microbiology**, v. 16, n. 2, p. 129–137, abr. 1999.

CIANI, M. *et al.* Controlled mixed culture fermentation: a new perspective on the use of non-*Saccharomyces* yeasts in winemaking. **FEMS Yeast Research**, v. 10, n. 2, p. 123–133, mar. 2010.

COSTA FERNANDES, A. B. *et al.* Potentially synbiotic fermented beverages processed with water-soluble extract of Baru almond. **Food Bioscience**, v. 42, n. March, p. 101200, ago. 2021.

CUI, L.; CHANG, S. K. C.; NANNAPANENI, R. Comparative studies on the effect of probiotic additions on the physicochemical and microbiological properties of yoghurt made from soymilk and cow's milk during refrigeration storage (R2). **Food Control**, v. 119, p. 107474, jan. 2021.

DESAI, A. *et al.* Metabolism of Raffinose and Stachyose in Reconstituted Skim Milk and of n-Hexanal and Pentanal in Soymilk by *Bifidobacteria*. **Bioscience and Microflora**, v. 21, n. 4, p. 245–250, 2002.

DUBROVSKY, I. *et al.* Cow's milk allergy in children impacts parental or caregiver calcium intake. **Nutrition Research**, v. 110, p. 66–73, fev. 2023.

ELMHURST. **Milked Oats**. Disponível em: <<https://elmhurst1925.com/products/milked-oats>>. Acesso em: 17 maio. 2023.

FAWZI, N. Y. *et al.* The ability of probiotic lactic acid bacteria to ferment Egyptian broken rice milk and produce rice-based yoghurt. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 67, n. 1, p. 107–118, 2022.

FELBERG, I. *et al.* Soy and Brazil nut beverage: processing, composition, sensory, and color evaluation. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 609–617, set. 2009.

FERREIRA, I. *et al.* Evaluation of potentially probiotic yeasts and *Lactiplantibacillus plantarum* in co-culture for the elaboration of a functional plant-based fermented beverage. **Food Research International**, v. 160, n. February, 2022.

GASPARIN, F. S. R.; TELES, J. M.; ARAÚJO, S. C. DE. Alergia à proteína do leite de vaca versus intolerância à lactose: as diferenças e semelhanças. **Revista Saúde e**

**Pesquisa**, v. 3, n. 1, p. 107–114, 2010.

GERBER, P. *et al.* **Tackling Climate Change Through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma: [s.n.].

HOU, J.-W.; YU, R.-C.; CHOU, C.-C. Changes in some components of soymilk during fermentation with bifidobacteria. **Food Research International**, v. 33, n. 5, p. 393–397, jun. 2000.

INTELIGÊNCIA EM PESQUISA E CONSULTORIA ESTRATÉGICA (IPEC). **IPEC: 32% Dos brasileiros priorizam opção vegana em restaurantes**. Disponível em: <<https://veganbusiness.com.br/ipec/>>. Acesso em: 6 jul. 2023.

JESKE, S.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. Evaluation of Physicochemical and Glycaemic Properties of Commercial Plant-Based Milk Substitutes. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 72, n. 1, p. 26–33, 5 mar. 2017.

KANDYLIS, P. *et al.* Dairy and non-dairy probiotic beverages. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 58–63, fev. 2016.

KAROVIČOVÁ, J. *et al.* Utilisation of Quinoa for development of fermented beverages. **Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences**, v. 14, p. 465–472, 28 jul. 2020.

KÜTT, M. L. *et al.* Starter culture growth dynamics and sensory properties of fermented oat drink. **Heliyon**, v. 9, n. 5, 2023.

LEBLANC, J. G. *et al.* B-Group vitamin production by lactic acid bacteria - current knowledge and potential applications. **Journal of Applied Microbiology**, v. 111, n. 6, p. 1297–1309, dez. 2011.

LEROY, F.; VUYST, L. DE. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, n. 2, p. 67–78, fev. 2004.

LIM, M. T. *et al.* Animal protein versus plant protein in supporting lean mass and muscle strength: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Nutrients**, v. 13, n. 2, p. 1–18, 2021.

LINDEGREN, C. C. Yeast genetics; life cycles, cytology, hybridization, vitamin synthesis, and adaptive enzymes. **Bacteriological reviews**, v. 9, p. 111–70, 1945.

LIPAN, L. *et al.* Spray drying and storage of probiotic-enriched almond milk: probiotic survival and physicochemical properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 9, p. 3697–3708, 25 jul. 2020.

LOPES, L. A. A. L. *et al.* Microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* La-05 and

incorporation in vegan milks: Physicochemical characteristics and survival during storage, exposure to stress conditions, and simulated gastrointestinal digestion. **Food Research International**, v. 135, p. 109295, set. 2020.

MÄKINEN, O. E. *et al.* Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 3, p. 339–349, 17 fev. 2016.

MANTEGAZZA, G. *et al.* Use of kefir-derived lactic acid bacteria for the preparation of a fermented soy drink with increased estrogenic activity. **Food Research International**, v. 164, n. December 2022, p. 112322, 2023.

MATEJČEKOVÁ, Z.; LIPTÁKOVÁ, D.; VALÍK, L. Functional probiotic products based on fermented buckwheat with *Lactobacillus rhamnosus*. **LWT - Food Science and Technology**, v. 81, p. 35–41, ago. 2017.

MENEZES, A. G. T. *et al.* Combination of probiotic yeast and lactic acid bacteria as starter culture to produce maize-based beverages. **Food Research International**, v. 111, p. 187–197, set. 2018.

MERTDİNÇ, Z. *et al.* A new plant-based milk alternative of *Pistacia vera* geographically indicated in Türkiye: Antioxidant activity, in vitro bio-accessibility, and sensory characteristics. **Food Bioscience**, v. 53, n. May, p. 102731, jun. 2023.

MESQUITA, M. C. *et al.* Fermentation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and coconut (*Coccus nucifera* L.) beverages by *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* LBC 81: The influence of sugar content on growth and stability during storage. **LWT**, v. 132, p. 109834, out. 2020.

MITAL, B. K.; STEINKRAUS, K. H. Fermentation of Soy Milk by Lactic Acid Bacteria. A Review. **Journal of Food Protection**, v. 42, n. 11, p. 895–899, nov. 1979.

MONTANARI, S. R. *et al.* In vitro gastrointestinal digestion of a peanut, soybean, guava and beet beverage supplemented with *Lactobacillus rhamnosus* GG. **Food Bioscience**, v. 36, p. 100623, ago. 2020.

MUSTAFA, S. E. *et al.* Optimization of culture conditions of soymilk for equol production by *Bifidobacterium breve* 15700 and *Bifidobacterium longum* BB536. **Food Chemistry**, v. 278, p. 767–772, abr. 2019.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Applications of biotechnology in traditional fermented foods**. Washington, D.C.: National Academies Press, 1992.

NISSEN *et al.* Shift of Aromatic Profile in Probiotic Hemp Drink Formulations: A Metabolomic Approach. **Microorganisms**, v. 7, n. 11, p. 509, 29 out. 2019.

NUTRITIONIX. **Quinoa milk**. Disponível em:  
<<https://www.nutritionix.com/i/nutritionix/quinoa-milk-1->

up/574494c1592ced672c142569>. Acesso em: 18 maio. 2023.

PADMA, M. *et al.* Storage studies of probiotic rice milk during refrigerated conditions. **International Journal of Chemical Studies**, v. 49, n. 7, p. 1114–1117, 2019.

PATTON, S.; MCNAMARA, J. P. Milk in Human Health and Nutrition. *In: Encyclopedia of Dairy Sciences*. [s.l.] Elsevier, 2022. p. 867–872.

PRADO, F. C. *et al.* Trends in non-dairy probiotic beverages. **Food Research International**, v. 41, n. 2, p. 111–123, jan. 2008.

PYO, Y.-H.; LEE, T.-C.; LEE, Y.-C. Enrichment of bioactive isoflavones in soymilk fermented with  $\beta$ -glucosidase-producing lactic acid bacteria. **Food Research International**, v. 38, n. 5, p. 551–559, jun. 2005.

RANADHEERA, C. S. *et al.* Probiotics in Goat Milk Products: Delivery Capacity and Ability to Improve Sensory Attributes. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, n. 4, p. 867–882, 9 jul. 2019.

RASIKA, D. M. *et al.* Plant-based milk substitutes as emerging probiotic carriers. **Current Opinion in Food Science**, v. 38, p. 8–20, 2021.

RATHORE, S.; SALMERÓN, I.; PANDIELLA, S. S. Production of potentially probiotic beverages using single and mixed cereal substrates fermented with lactic acid bacteria cultures. **Food Microbiology**, v. 30, n. 1, p. 239–244, maio 2012.

RAVINDRAN, S.; S., R. Probiotic oats milk drink with microencapsulated *Lactobacillus plantarum* – an alternative to dairy products. **Nutrition & Food Science**, v. 51, n. 3, p. 471–482, 6 maio 2021.

SANTANA, R. V. *et al.* Quality parameters and sensorial profile of clarified “Cerrado” cashew juice supplemented with *Sacharomyces boulardii* and different sweeteners. **LWT**, v. 128, p. 109319, jun. 2020.

SANTOS, D. C. DOS *et al.* Optimization of soymilk fermentation with kefir and the addition of inulin: Physicochemical, sensory and technological characteristics. **LWT**, v. 104, p. 30–37, maio 2019.

SCHAAFSMA, G. The Protein Digestibility–Corrected Amino Acid Score. **The Journal of Nutrition**, v. 130, n. 7, p. 1865S–1867S, jul. 2000.

SETHI, S.; TYAGI, S. K.; ANURAG, R. K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 9, p. 3408–3423, 2 set. 2016.

SHAH, A. M. *et al.* Fermented Foods: Their Health-Promoting Components and Potential Effects on Gut Microbiota. **Fermentation**, v. 9, n. 2, p. 118, 26 jan. 2023.

SHORI, A. B. *et al.* Viability of probiotics and antioxidant activity of cashew milk-based yogurt fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. **Lwt**, v. 153, n. May 2021, p. 112482, 2022.

SIEGL, S. *et al.* Addressing dairy industry's scope 3 greenhouse gas emissions by efficiently managing farm carbon footprints. **Environmental Challenges**, v. 11, p. 100719, abr. 2023.

SIEUWERTS, S. *et al.* Unraveling Microbial Interactions in Food Fermentations: from Classical to Genomics Approaches. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 74, n. 16, p. 4997–5007, 15 ago. 2008.

SILVA, A. R. A.; SILVA, M. M. N.; RIBEIRO, B. D. Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. **Food Research International**, v. 131, n. December 2019, p. 108972, 2020.

SLYWITCH, E. **Virei vegetariano e agora?** 1st. ed. São Paulo: Editora Alaúde, 2010.  
SMID, E. J.; LACROIX, C. Microbe–microbe interactions in mixed culture food fermentations. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 24, n. 2, p. 148–154, abr. 2013.

SONG, Y.-S. *et al.* Immunoreactivity reduction of soybean meal by fermentation, effect on amino acid composition and antigenicity of commercial soy products. **Food Chemistry**, v. 108, n. 2, p. 571–581, maio 2008.

SÖZERI ATIK, D. *et al.* Development of vegan kefir fortified with *Spirulina platensis*. **Food Bioscience**, v. 42, n. April, 2021.

TANGYU, M. *et al.* Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 103, n. 23–24, p. 9263–9275, 2019.

TITCHENAL, C. A.; DOBBS, J. Nutritional value of vegetables. *In*: Y. H. Hui, S. Chazala, D. M. Graham, K. D. Murrell, & Wai-Kit Nip (Eds.). **Handbook of vegetables and vegetable processing**. Nova York: Marcel Dekker, 2018.

TITIEK, F. *et al.* Effect of indigenous lactic acid bacteria fermentation on enrichment of isoflavone and antioxidant properties of kerandang (*Canavalia virosa*) extract. **International Food Research Journal**, v. 20, n. 5, p. 2945–2950, 2013.

URUC, K. *et al.* An alternative plant-based fermented milk with kefir culture using apricot (*Prunus armeniaca* L.) seed extract: Changes in texture, volatiles and bioactivity during storage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 82, n. October, p. 103189, 2022.

USDA. **United States Department of Agriculture, Nutrient Database for Standard Reference, Release**. Disponível em: <<https://fdc.nal.usda.gov/>>. Acesso em: 17 maio. 2023.

VALERO-CASES, E. *et al.* Non-Dairy Fermented Beverages as Potential Carriers to Ensure Probiotics, Prebiotics, and Bioactive Compounds Arrival to the Gut and Their Health Benefits. **Nutrients**, v. 12, n. 6, p. 1666, 3 jun. 2020.

VANGA, S. K.; RAGHAVAN, V. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 10–20, 2 jan. 2018.

WANG, S.; CHELIKANI, V.; SERVENTI, L. Evaluation of chickpea as alternative to soy in plant-based beverages, fresh and fermented. **LWT**, v. 97, p. 570–572, nov. 2018.

WANG, Y.-C. *et al.* Sugar and acid contents in soymilk fermented with lactic acid bacteria alone or simultaneously with bifidobacteria. **Food Microbiology**, v. 20, n. 3, p. 333–338, jun. 2003.

# **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: TRANSFORMANDO RESÍDUOS EM RECURSOS: TENDÊNCIAS NA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA VALORIZAÇÃO DE RESÍDUO AGROINDUSTRIAL**

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: TRANSFORMANDO RESIDUOS EN RECURSOS: TENDENCIAS EN LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES**

### **LITERATURE REVIEW: TRANSFORMING WASTE INTO RESOURCES: TRENDS IN TECHNOLOGICAL INNOVATION FOR AGROINDUSTRIAL WASTE VALORIZATION**

**DOI:** <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.398-413>

**Aline Ferreira Sobral**

Graduanda em Ciências Biológicas, ICB-UPE, [aline.sobral@upe.br](mailto:aline.sobral@upe.br)

**Kethylen Barbara Barbosa Cardoso**

Pós-Graduanda em Biologia Aplicada à Saúde, CB-UFPE, [kethybarbara@gmail.com](mailto:kethybarbara@gmail.com)

**Isadora Mendes da Fonseca**

Graduanda em Ciências Biológicas, ICB-UPE, [isadora.mfonseca@upe.br](mailto:isadora.mfonseca@upe.br)

**Raphael Luiz Andrade Silva**

Doutor em Biociência Animal, UFRPE, [raphaelluizandradesilva@gmail.com](mailto:raphaelluizandradesilva@gmail.com)

**Romero Marcos Pedrosa Brandão Costa**

Professor Doutor em Biotecnologia, ICB-UPE, [romero.brandao@upe.br](mailto:romero.brandao@upe.br)

## Resumo

O presente artigo aborda a problemática dos resíduos agroindustriais no Brasil, destacando o aumento contínuo da produção agroindustrial e agrícola e o conseqüente aumento do volume de resíduos gerados. Esses resíduos são provenientes de atividades relacionadas à produção e processamento de produtos agropecuários e podem incluir restos de colheita, descarte de processamento de alimentos, resíduos de criação de animais, embalagens, efluentes líquidos e outros materiais descartados durante a produção. O descarte inadequado desses resíduos acarreta diversos problemas sociais, econômicos e ambientais, como impactos na saúde humana, altos custos para a recuperação de áreas afetadas e poluição ambiental devido às substâncias orgânicas e inorgânicas acumuladas no meio ambiente e na cadeia alimentar. Ainda é destacado o papel da biotecnologia, que oferece ferramentas e tecnologias que permitem a degradação de resíduos sólidos, a recuperação de componentes valiosos e a produção de bioprodutos de interesse comercial. Exemplos de aproveitamento de resíduos sólidos incluem a extração de proteínas como a queratina presente em penas e o colágeno encontrado em ossos e tecidos conjuntivos de aves, assim como a produção de biogás e biofertilizantes por meio do processo de biodigestão anaeróbia. Uma possível solução para essa problemática é o investimento em novas tecnologias que permitam a reutilização dos resíduos como matéria-prima para o desenvolvimento de produtos e processos. O Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) é o órgão responsável pela concessão de patentes no Brasil, que conferem exclusividade ao titular para uso, comercialização, produção e importação de uma determinada tecnologia no país. Assim, o artigo ressalta a importância das patentes no contexto do reaproveitamento dos resíduos agroindustriais, destacando que elas incentivam o investimento em pesquisa e desenvolvimento, impulsionando o progresso tecnológico, ambiental, social e econômico no país. Através das patentes, é possível proteger e valorizar as inovações tecnológicas relacionadas ao gerenciamento e tratamento dos resíduos, assim como processos de conversão desses resíduos em produtos de valor agregado.

**Palavras-chave:** resíduos agroindustriais, patentes, biotecnologia, sustentabilidade.

## Resumen

El presente artículo aborda la problemática de los residuos agroindustriales en Brasil, destacando el aumento continuo de la producción agroindustrial y agrícola y el consiguiente aumento en el volumen de residuos generados. Estos residuos provienen de actividades relacionadas con la producción y procesamiento de productos agropecuarios, y pueden incluir restos de cosecha, desechos de procesamiento de alimentos, residuos de cría de animales, envases, efluentes líquidos y otros materiales desechados durante la producción. La disposición inadecuada de estos residuos acarrea diversos problemas sociales, económicos y ambientales, como impactos en la salud humana, altos costos para la recuperación de áreas afectadas y contaminación ambiental debido a las sustancias orgánicas e inorgánicas acumuladas en el medio ambiente y la cadena alimentaria. También se destaca el papel de la biotecnología, que ofrece herramientas y tecnologías que permiten la degradación de residuos sólidos, la recuperación de componentes valiosos y la producción de bioprodutos de interés comercial. Ejemplos de aprovechamiento de



residuos sólidos incluyen la extracción de proteínas como la queratina presente en las plumas y el colágeno encontrado en los huesos y tejidos conectivos de aves, así como la producción de biogás y biofertilizantes a través del proceso de biodigestión anaerobia. Una posible solución para esta problemática es invertir en nuevas tecnologías que permitan la reutilización de los residuos como materia prima para el desarrollo de productos y procesos. El Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) es el organismo responsable de la concesión de patentes en Brasil, las cuales confieren exclusividad al titular para el uso, comercialización, producción e importación de una determinada tecnología en el país. Por lo tanto, el artículo resalta la importancia de las patentes en el contexto del aprovechamiento de los residuos agroindustriales, destacando que fomentan la inversión en investigación y desarrollo, impulsando el progreso tecnológico, ambiental, social y económico en el país. A través de las patentes, es posible proteger y valorar las innovaciones tecnológicas relacionadas con la gestión y tratamiento de los residuos, así como los procesos de conversión de estos residuos en productos de valor agregado.

**Palabras clave:** residuos agroindustriales, patentes, biotecnología, sostenibilidad.

## Abstract

This article addresses the issue of agro-industrial waste in Brazil, highlighting the continuous increase in agro-industrial and agricultural production and the consequent rise in the volume of generated waste. These waste materials originate from activities related to the production and processing of agricultural products and can include crop residues, food processing waste, animal husbandry waste, packaging, liquid effluents, and other materials discarded during production. Improper disposal of these waste materials leads to various social, economic, and environmental problems, such as impacts on human health, high costs for the recovery of affected areas, and environmental pollution due to the accumulation of organic and inorganic substances in the environment and food chain. The article also emphasizes the role of biotechnology, which offers tools and technologies that enable the degradation of solid waste, recovery of valuable components, and production of commercially viable bioproducts. Examples of solid waste utilization include the extraction of proteins such as keratin from feathers and collagen found in bones and connective tissues of birds, as well as the production of biogas and biofertilizers through the anaerobic digestion process. One possible solution to this issue is investing in new technologies that allow the reuse of waste as raw materials for product and process development. The Brazilian National Institute of Industrial Property (INPI) is the entity responsible for granting patents in the country, which provide exclusivity to the holder for the use, commercialization, production, and importation of a specific technology. Therefore, the article highlights the importance of patents in the context of agro-industrial waste reuse, emphasizing that they incentivize investment in research and development, driving technological, environmental, social, and economic progress in the country. Through patents, it is possible to protect and value technological innovations related to waste management and treatment, as well as processes for converting these waste materials into value-added products.

**Keywords:** agro-industrial waste, patents, biotechnology, sustainability.

## Introdução

No Brasil, tanto a produção agroindustrial quanto a produção agrícola estão em constante crescimento, e, conseqüentemente, a o volume de resíduos também. Resíduos agroindustriais são os materiais resultantes das atividades relacionadas à produção e ao processamento de produtos agropecuários. Eles podem ser de diferentes tipos, como aqueles provenientes de setores como curtumes, usinas de açúcar e álcool, abatedouros, criações de animais, indústria alimentícia, celulose e papel (ALENCAR, 2020). Quando analisamos de um ponto de vista socioeconômico e ambiental, o descarte indevido desses resíduos acarreta diversos problemas. Dentre esses podemos citar os impactos na saúde humana, os altos custos econômicos necessários para a recuperação de áreas afetadas e, especialmente, a poluição ambiental devido às substâncias orgânicas e inorgânicas acumuladas no meio e na cadeia trófica (GOUVEIA, 2012).

Ao refletirmos sobre a problemática dos resíduos agroindustriais, o investimento em novas tecnologias surge como oportunidade para direcioná-los como matéria prima para o desenvolvimento e licenciamento de produtos e processos. No Brasil, o órgão responsável pela concessão do licenciamento é o INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), conferindo ao titular da patente a exclusividade para o uso, a comercialização, produção e importação da sua tecnologia no país. Define-se patente como “um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgado pelo Estado aos inventores ou autores, ou outras pessoas físicas, ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação”. Existem dois tipos de patentes, sendo elas: Patente de Invenção (PI), que abrange as criações inovadoras de aplicações industriais; e Patente de Modelo de Utilidade (MU), designada para objetos de uso prático (ou parte de um), suscetíveis a aplicação industrial, que representem uma melhoria funcional em relação ao uso ou fabricação; há ainda o Certificado de Adição de Invenção (C), que serve para registrar o aperfeiçoamento ou algum desenvolvimento a ser introduzido ao objeto da invenção. As patentes estão diretamente relacionadas ao avanço tecnológico do Brasil, pois a consistência e o fortalecimento das normas e regulamentos que compõem a propriedade intelectual, especialmente a propriedade industrial, incentivam o

investimento em pesquisa e desenvolvimento, impulsionando assim o progresso tecnológico, ambiental, social e econômico no país (INPI, 2020).

Em 2012, o INPI criou o programa Patentes Verdes, que procura “contribuir para o combate às mudanças climáticas globais e visa a acelerar o exame dos pedidos de patentes relacionados a tecnologias voltadas para o meio ambiente” (INPI, 2022). Com isso, torna-se viável a identificação de novas tecnologias que permitam a adoção de inovações no que diz respeito à criação de novos métodos para a eliminação dos resíduos derivados da atividade agrícola e industrial.

Com base no que foi apresentado, o presente trabalho pretende enfatizar a importância das patentes no contexto da reutilização dos resíduos agroindustriais.

## Referencial teórico

### Agroindústria e geração de resíduos

Conforme o Ministério da Agricultura e Pecuária, agroindústria se define como um ambiente físico estruturado e adequado para a realização sistemática de um conjunto de atividades que envolvem a transformação de matérias-primas agropecuárias provenientes da agricultura, pecuária, aquicultura ou silvicultura. Segundo a Embrapa (2023), a agroindústria brasileira representa um dos segmentos mais importantes na economia do país, tendo 5,9% de contribuição no PIB do Brasil. Considerando fatores como recursos naturais abundantes, clima favorável e vastas extensões de terras agricultáveis, o Brasil ganhou destaque e se tornou um dos principais produtores mundiais, ficando em 3º lugar, perdendo apenas para a China e os Estados Unidos. Ainda assim, muito do que é produzido em solo brasileiro, fica no país, resultando em uma maior geração de resíduos, tanto sólidos quanto líquidos, ao longo de toda a cadeia produtiva.

Os resíduos agroindustriais podem incluir restos de colheita, descarte de processamento de alimentos, resíduos de criação de animais, embalagens, efluentes líquidos e outros materiais descartados durante a produção. Esses resíduos podem conter substâncias tóxicas, nutrientes em excesso ou até mesmo patógenos, representando riscos ambientais e sanitários se não forem adequadamente tratados e gerenciados. De acordo com Ferreira-Leitão et al. (2010), No Brasil, a indústria agrícola

de milho, cana-de-açúcar, arroz, mandioca, trigo, citros, coco e capim produz um total de 597 milhões de toneladas de resíduos anualmente.

Nos últimos anos a busca por soluções que visem a valorização desses resíduos vem crescendo, pode-se observar tendências na literatura de relatos de sua utilização na indústria de produção de queijos, utilizando o resíduo do soro lácteo na produção de bebidas fermentadas, onde também, os setores de produção animal, já utilizam o soro na incrementação de ração. Indústrias sucroalcooleiras utilizam o bagaço oriundo da produção de etanol, para fornecimento de energia nos fornos industriais das usinas (ALENA, 2013).

No campo da biotecnologia esses resíduos vêm sendo descritos para produção de biocombustíveis, alimentação animal, produção de enzimas, biofertilizantes e biorremediação.

A pesquisa contínua e o desenvolvimento de novas tecnologias podem expandir ainda mais as aplicações desses resíduos, contribuindo para a sustentabilidade e o aproveitamento máximo dos recursos disponíveis. Assim, o investimento nesses setores reflete tanto na produção de trabalhos quanto no desenvolvimento de documentos de propriedade intelectual.

### **Aproveitamento de resíduos sólidos para biotecnologia**

A biotecnologia, que se baseia no uso de organismos vivos ou partes deles para obter produtos ou realizar processos industriais, desempenha um importante papel nesse contexto, oferecendo várias ferramentas e tecnologias que permitem a degradação de resíduos sólidos, a recuperação de componentes valiosos, além da produção de bioprodutos de interesse comercial. O aproveitamento de resíduos sólidos para a biotecnologia é uma prática importante que visa promover a sustentabilidade e a utilização eficiente dos recursos disponíveis, visando transformar materiais descartados em recursos valiosos por meio de processos biológicos.

Um exemplo relevante de aproveitamento de resíduos sólidos é encontrado na avicultura, que gera uma quantidade significativa de subprodutos provenientes do abate de aves e da criação de galinhas para a produção de ovos. Os resíduos sólidos da avicultura incluem vísceras, penas, sangue, ossos, casca de ovos e outros materiais. Com o crescimento acelerado da indústria avícola, torna-se essencial

encontrar formas ecologicamente corretas de lidar com esses resíduos. Felizmente, a biotecnologia oferece alternativas promissoras para o aproveitamento desses subprodutos, permitindo a produção de compostos de maior valor agregado e sua aplicação industrial. Os aproveitamentos podem ser diversos, como a extração de moléculas proteicas, como a queratina presente em penas e o colágeno, encontrado em ossos e tecidos conjuntivos das aves. A queratina pode ser extraída e utilizada para diversos fins, como a produção de cosméticos e de biomateriais como hidrogéis, biofilmes, esferas, micro e nano partículas que são valiosos não apenas para a indústria cosmética, mas também para a médica, têxtil e de materiais compostos. Já a aplicação industrial do colágeno está focada na preparação de alimentos embutidos, reduzindo o teor de gordura e aumentando o valor nutricional; a composição de fibras biopoliméricas de colágeno a serem empregadas no transporte de medicamentos; a preparação de peptídeos bioativos; a suplementação na alimentação animal; entre outras (MATOS, 2020).

Outro aspecto relevante é o uso dos resíduos sólidos para a obtenção de biogás e biofertilizantes, por meio do processo de biodigestão anaeróbia. Segundo Kretzer (2017), apenas o restaurante universitário do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, produz em média 240 kg de resíduo sólido orgânico por dia, o que representa um grande volume, e o manejo inadequado desses dejetos pode resultar em problemas ambientais. Os biodigestores são uma opção viável para o tratamento e descarte adequado de resíduos orgânicos. Nesses sistemas, os resíduos passam por um processo de biodigestão anaeróbia, no qual são degradados e a matéria orgânica é estabilizada. Esse processo promove a alteração da estrutura bioquímica do resíduo, reduz microrganismos patogênicos e resulta na produção de gases, como o biogás, e biofertilizantes compostos por matéria orgânica estabilizada. O biogás é uma fonte de energia renovável e pode ser convertido em energia térmica ou elétrica. Ele possui várias aplicações, como uso em fogões, iluminação e geração de eletricidade, contribuindo para reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Além do biogás, o processo de biodigestão anaeróbia gera um subproduto chamado biofertilizante. O biofertilizante é uma substância líquida rica em nutrientes, que pode ser utilizado como adubo para melhorar as características físicas e químicas do solo. Ele contribui para o restabelecimento do teor de húmus do solo e

auxilia na melhoria da atividade microbiana, promovendo um ambiente propício para o crescimento saudável das plantas.

### **Inovação no aproveitamento de resíduos**

A patente é o meio pelo qual se tem o direito de propriedade industrial e intelectual que protege uma invenção, mas para além dos motivos de proteção legal agregado a valorização no mercado, a importância da patente também reside em estimular a pesquisa e o desenvolvimento, além de contribuir para o avanço tecnológico, dado que ao patentear inovações, o inventor compartilha conhecimento com a sociedade, uma vez que as patentes são publicadas e acessíveis para consulta. Isso promove o avanço tecnológico, permitindo que outras pessoas se inspirem, aprendam e desenvolvam novas soluções a partir das inovações já patenteadas (ROUT, 2018).

Através desse estímulo às inovações tecnológicas e à proteção da propriedade intelectual, surgem oportunidades para o desenvolvimento de novas abordagens de reaproveitamento de resíduos agroindustriais. A criação de patentes desempenha um papel importante nesse contexto, englobando desde o patenteamento de equipamentos e dispositivos para gerenciamento e tratamento dos resíduos, até processos inovadores de conversão desses resíduos em produtos de valor agregado. Vale ressaltar que as patentes não se limitam apenas a produtos, mas também abrangem a proteção de criações e processos e métodos inovadores relacionados ao aproveitamento ou tratamento de resíduos agroindustriais. Dessa forma, a propriedade intelectual oferece um meio eficaz de valorização e proteção das soluções criativas nessa área, impulsionando a busca por novas formas de reaproveitamento e o avanço tecnológico no setor.

A fim de estabelecer uma base sólida para todas as inovações tecnológicas associadas ao tema, é essencial que a agroindústria seja adequadamente adaptada a processos sustentáveis. No atual contexto mundial e diante das políticas voltadas para a conservação ambiental, as empresas e indústrias estão cada vez mais buscando adotar práticas sustentáveis. No entanto, é importante reconhecer que algumas empresas podem utilizar esse cenário como estratégia de marketing, aproveitando a ideia de preocupação com a produção ecologicamente correta como

uma forma atual e convincente de promover sua imagem (RISSIO, 2015). Mesmo sendo este o caso, não há problema em construir uma imagem social desejada, desde que seja acompanhada ao mesmo passo em que se estabeleça uma relação genuína com o meio ambiente.

Desta forma, a agroindústria brasileira enfrenta o desafio de lidar com a quantidade crescente de resíduos gerados, porém, por meio da conscientização ambiental, da inovação tecnológica e do uso adequado da propriedade intelectual, é possível encontrar soluções para o reaproveitamento desses resíduos, promovendo o avanço sustentável do setor e contribuindo para um futuro mais equilibrado e próspero.

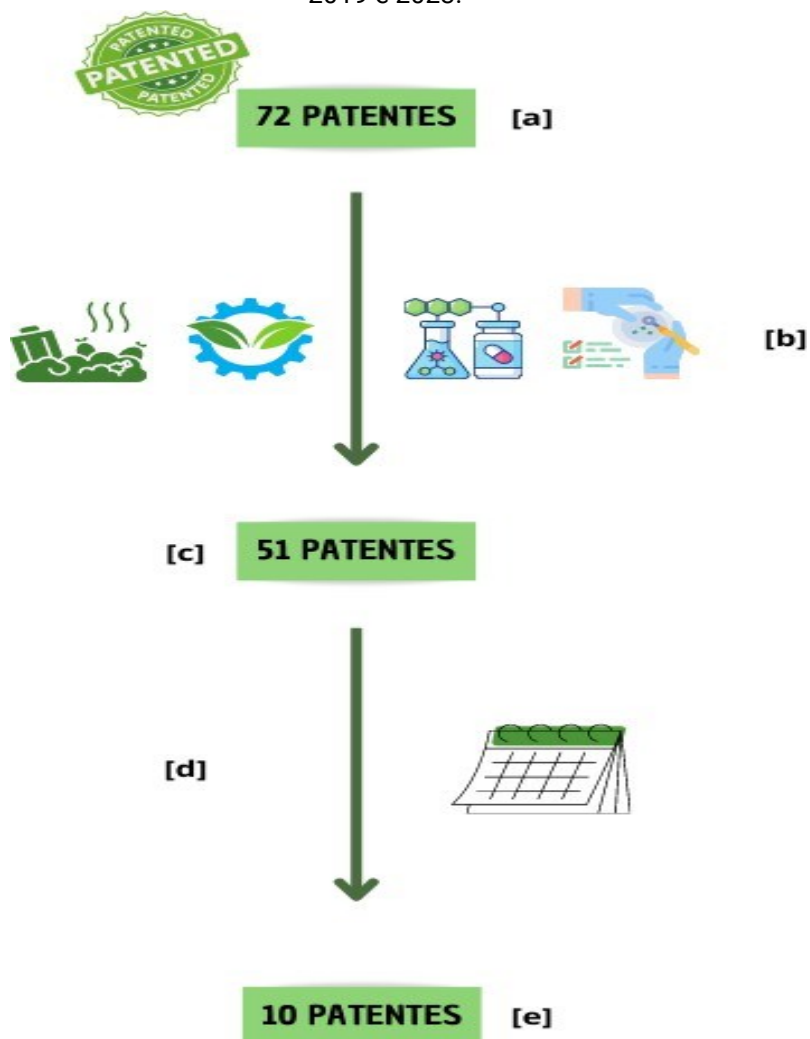
## Metodologia

Foram desenvolvidas pesquisas na base de dados do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) utilizando as palavras chave “resíduo(s) agroindustrial(is)” e “aproveitamento de resíduo”, no título ou no resumo da obra. Não foram feitas pesquisas utilizando o Número do Pedido, N° de Recolhimento da União - GRU ou N° do Protocolo. Foram encontradas 72 patentes depositadas no Brasil, das quais 10 foram selecionadas, utilizando como critério de exclusão a falta de aproveitamento de resíduos agroindustriais e a ausência de fundamentação biotecnológica na patente.

## Resultados e discussão

Atualmente, no INPI, ao realizar uma busca na base de patentes relacionada ao tema em questão, podemos constatar que existem apenas 10 registros (conforme mostra a Figura 1), o que representa um número muito baixo em comparação com a quantidade de artigos disponíveis sobre o assunto.

**Figura 01:** Esquema para representar o sistema de seleção de patentes a serem analisadas neste artigo. Ao realizar a pesquisa pelas palavras-chave, obtivemos inicialmente um total de 72 patentes encontradas, seguindo os seguintes passos: [a] Busca generalizada resultando em 72 patentes; [b] Exclusão de patentes que não apresentavam relação com resíduos agroindustriais ou cujo aproveitamento não estava voltado para a biotecnologia; [c] 51 patentes resultantes; [d] Patentes depositadas nos últimos 5 anos; [e] 10 patentes resultantes que são especificamente direcionadas para o aproveitamento de resíduos agroindustriais com embasamento biotecnológico, criadas entre 2019 e 2023.



Fonte: própria (2023).

Mesmo ao realizar uma pesquisa mais específica, podemos encontrar cerca de 57.900 referências de artigos científicos relacionados. Essa discrepância evidencia uma diferença significativa na quantidade de informações disponíveis em forma de artigos científicos em comparação com as patentes registradas, sugerindo que há uma maior produção de conhecimento e pesquisa acadêmica sobre o tema em questão do que o licenciamento de propriedade intelectual. As patentes analisadas e seus respectivos títulos podem ser vistos no Quadro 1.



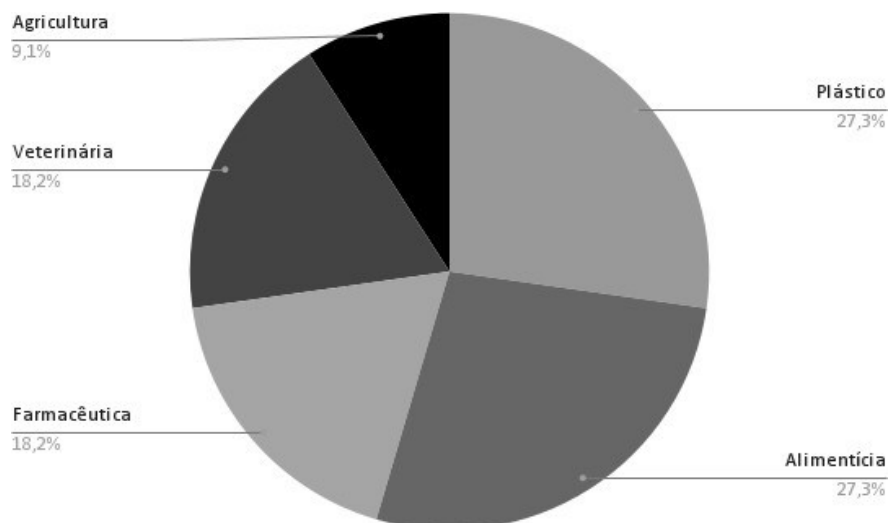
**Quadro 01:** Número de registro e título das patentes analisadas.

<b>Número</b>	<b>Título</b>
BR1020210223537	Biocompósito ternário produzido com resíduo agroindustrial lignocelulósico de euterpe oleracea
BR1020200240935	Preparação, uso e formulações farmacêuticas contendo extrato do resíduo agroindustrial da polpa de caryocar brasiliense camb.
BR2020190155111	Bebida funcional probiótica à base de resíduo agroindustrial de coco
BR1020190052554	Material termoplástico biodegradável à base de ácido polilático e resíduo agroindustrial e seu processo de produção
BR1020210178132	Processo de produção de coquetel enzimático sacarificante de resíduos agroindustriais a partir de aspergillus brasiliensis, composição do referido coquetel e seu uso para obtenção de açúcares redutores
BR1020200262122	Bioprocesso de produção de biomassa de traustoquitrídeo rica em ácido docosahexaenóico utilizando resíduos agroindustriais e bioproduto composto de biomassa de traustoquitrídeo
BR1020200223780	Processo de produção de filme biodegradável extrusado com amido de mandioca e resíduos agroindustriais e produtos obtidos
BR1020200136313	Tubeletes biodegradáveis e compostáveis produzidos a partir de resíduos agroindustriais
BR1020200094939	Composto proteico constituído pela biomassa de um organismo geneticamente modificado expressando proteínas fibrilares associado a outras fontes nutricionais provenientes de resíduos agroindustriais
BR1020200039890	Processo tecnológico para obtenção da bromelina a partir dos resíduos agroindustriais do abacaxi

**Fonte:** própria (2023).

A análise dos dados obtidos indica que a maioria das patentes está direcionada para a produção de plásticos e para a indústria alimentícia, como pode ser visto na Figura 2. Esse resultado demonstra a diversidade de aplicações dos resíduos agroindustriais, refletindo a busca por alternativas sustentáveis e a diversidade de materiais que podem ser gerados a partir do descarte oriundo da produção agrícola (Riera, Maldonado e Palma et al. 2018).

**Figura 02:** Gráfico em porcentagem das patentes depositadas nos últimos 5 anos, relacionado ao endereçamento dos insumos produzidos a partir do aproveitamento de resíduos agroindustriais.

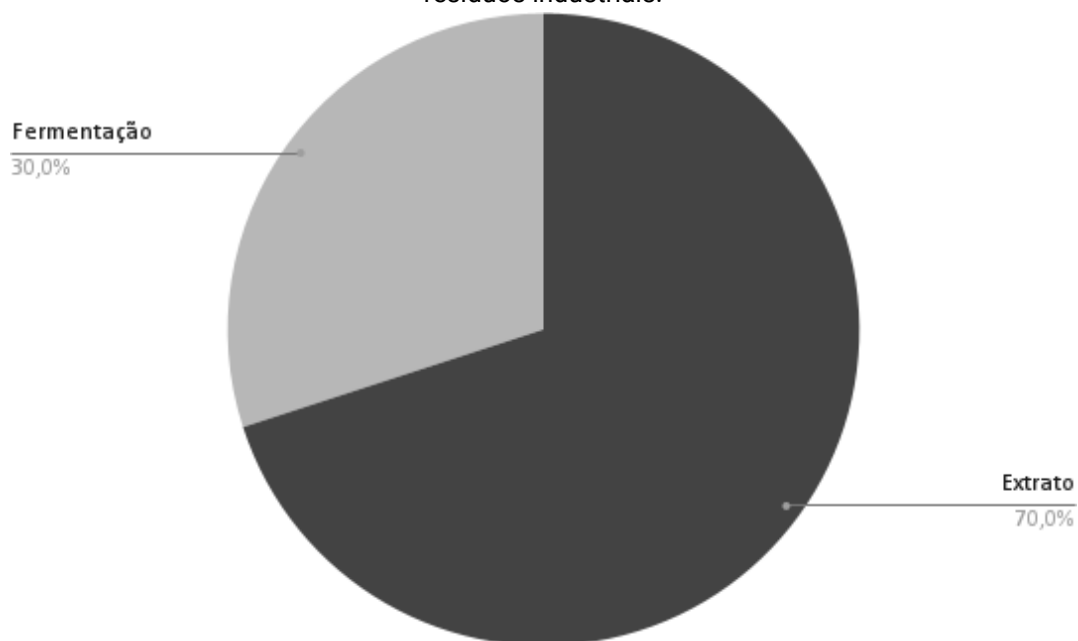


Fonte: própria (2023).

No entanto, chama a atenção o fato de que a menor área de aplicação dos resíduos agroindustriais é a agricultura. Essa constatação sugere a necessidade de alinhamento entre o setor agrícola e outras indústrias, visando ao reaproveitamento de seus próprios resíduos. Este dado também aponta a falta de investimento em tecnologias sustentáveis na agricultura, o que representa uma lacuna a ser preenchida (Adegbeye et al. 2020).

Em segunda instância, ao analisarmos da Figura 3 é possível argumentar que a maioria das patentes relaciona-se ao uso de extratos vegetais, ou seja, o aproveitamento desses resíduos se dá por meio da confecção de seus respectivos extratos a aplicação dos mesmos em algum setor industrial. Esse dado corrobora a constatação de que os resíduos agroindustriais ainda possuem alto teor de nutrientes e compostos biotecnologicamente aproveitáveis quando descartados (Shiranhique et al. 2020). No entanto, observa-se que o aproveitamento desses resíduos por meio da fermentação ainda é pouco explorado. Apenas três patentes utilizam microrganismos para a obtenção de produtos de interesse. Essa escassez de patentes relacionadas à fermentação contrasta com a existência de uma vasta gama de trabalhos científicos sobre o tema como bem representados na revisão sistemática de Sadh, Duhan e Duhan (2018) que destaca o uso de caules, folhas, vagens, raízes, cascas, sementes, bagaços e melaços como fonte de nutrientes para fermentação de microrganismos em geral e sua aplicação em diversas indústrias.

**Figura 03:** Gráfico referente à porcentagem dos processos utilizados para o aproveitamento dos resíduos industriais.



Fonte: própria (2023).

Essa discrepância entre a produção científica e o desenvolvimento tecnológico revela uma grande lacuna no setor. A falta de investimento e de preparação da comunidade científica para a redação de patentes são questões que precisam ser abordadas. A existência de patentes é fundamental não apenas para proteger as inovações, mas também para impulsionar a criação de novas empresas, startups e o desenvolvimento intelectual, tecnológico e econômico do País.

Ao analisarmos os dados mencionados, questionamos a existência de um incentivo efetivo à propriedade intelectual no Brasil. Embora o país possua uma legislação adequada e um sistema de proteção aos direitos de propriedade intelectual, há desafios em sua efetiva implementação e aplicação.

Apesar das áreas que precisam de melhorias, é crucial entender que a propriedade intelectual tem um papel significativo na promoção da inovação, do avanço tecnológico e do crescimento econômico. Reforçar o incentivo à propriedade intelectual no Brasil é fundamental para proteger os direitos dos criadores e impulsionar a competitividade do país internacionalmente. Em suma, é necessário valorizar e fortalecer a propriedade intelectual para impulsionar o progresso e o sucesso do Brasil.

## Considerações finais

Em conclusão, o panorama das patentes relacionadas aos resíduos agroindustriais no Brasil apresenta perspectivas promissoras, embora também desafiadoras. A diversidade de aplicações desses resíduos evidencia o potencial de aproveitamento desses materiais, tanto na produção de bioplásticos como nas indústrias alimentícia, farmacêutica e veterinária. No entanto, observa-se uma menor representatividade no setor agrícola, indicando a necessidade de maior alinhamento entre essa área e outras indústrias para fortalecer o setor como um todo. A análise dos dados revelou ainda a predominância do uso de extratos vegetais nas patentes, destacando a riqueza de nutrientes e compostos biotecnologicamente aproveitáveis nos resíduos agroindustriais descartados de forma inadequada. No entanto, a utilização da fermentação como método de aproveitamento ainda é pouco explorada, com um número reduzido de patentes que fazem uso de microrganismos para obter produtos de interesse.

É fundamental direcionar investimentos para o desenvolvimento de tecnologias de recuperação de resíduos e sua aplicação prática, impulsionando a inovação e o crescimento econômico. Além disso, a sinergia entre a academia, a indústria e os órgãos governamentais é essencial para garantir a transformação dos resíduos agroindustriais em recursos valiosos, contribuindo para a construção de uma economia circular e sustentável.

Nesse sentido, é importante estabelecer políticas públicas e programas de incentivo voltados para o desenvolvimento tecnológico no setor de resíduos agroindustriais. Também é necessário fortalecer a capacitação dos pesquisadores e disseminar o conhecimento sobre a redação de patentes. Somente por meio de um esforço conjunto será possível explorar todo o potencial dos resíduos agroindustriais, transformando desafios em oportunidades e promovendo o avanço sustentável da sociedade.

## Referências

ADEGBEYE et al. **Sustainable agriculture options for production, greenhouse gasses and pollution alleviation, and nutrient recycling in emerging and transitional nations - An overview.** Journal of Cleaner Production. V. 242. 2020.

**AGROINDÚSTRIA** - Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria#:~:text=A%20agroind%C3%BAstria%20tem%20participa%C3%A7%C3%A3o%20de,com%20a%20economia%20de%20mercado>. Acesso em: 20 jun. 2023.

ALENA, A. **Cogenerations of Energy from Sugar Factory Bagasse**. American Journal of Energy Engineering, v. 1, n. 2, p. 22, 2013.

ALENCAR, Viviane do Nascimento e Silva. et al. **Resíduos agroindustriais: uma alternativa promissora e sustentável na produção de enzimas por microrganismos**. Ciência, Tecnologia e Inovação: do campo à mesa. Anais...Instituto internacional Despertando Vocações, 2020. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1753.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.

COSTA FILHO, D. V. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos**. COINTER - PDVAgro, [s. l.], 2017.

FERREIRA-LEITÃO, V. et al. **Biomass Residues in Brazil: Availability and Potential Uses**. Waste and Biomass Valorization, v. 1, n. 1, p. 65–76, mar. 2010.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p. 1503–1510, jun. 2012.

JÚNIOR, Sílvio Vaz. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais: Uma abordagem sustentável**. Embrapa, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1126255/1/S-VAZ-Aproveitamento-de-resi769duos-agroindustriais.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023..

KRETZER, Stéfano Gomes. **Produção de biogás com diferentes resíduos orgânicos de restaurante universitário**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Acadêmico do curso de Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, [S. l.], 2017.

MATOS, Felipe de Albuquerque. **Aproveitamento de resíduos sólidos da avicultura: Uma minirevisão focada na sustentabilidade**. Ciência, Tecnologia e Inovação: do campo à mesa. Anais...Instituto internacional Despertando Vocações, 2020. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/933.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

**O que é agroindústria?** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroindustria/o-que-e-agroindustria/o-que-e-agroindustria>. Acesso em: 30 jun. 2023.

**Patentes**. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/perguntas-frequentes/patentes#patente>. Acesso em: 16 jun. 2023.

**Patentes Verdes.** Disponível em: [https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tramite-prioritario/projetos-piloto/Patentes\\_verdes](https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tramite-prioritario/projetos-piloto/Patentes_verdes). Acesso em: 30 jun. 2023.

RIERA, M. A., MALDONADO, S., PALMA, R. R. **Resíduos agroindustriais gerados no equador para produção de bioplástico.** STA Ingenieria. Vol. 17, N° 3. 2018.

RISSIO, Eduardo César. **A produção sustentável na agroindústria brasileira.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Empresarial) - CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/ Americana, [S. I.], 2015.

ROUT, S. K. **A brief review on intellectual property rights with special attention on patent.**

Journal of Applied and Advanced Research, p. 73–77, 15 maio 2018.

SADG, P.K., Duhan, S. & Duhan, J.S. **Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review.** Bioresour. Bioprocess. 5, 1, 2018.

SHIRANHIGUE et al. **Agro-industrial wastes as sources of bioactive compounds for food and fermentation industries.** FOOD TECHNOLOGY, Cienc. Rural 50 (4), 2020.

SOUSA, E. **Agroindústria: tudo o que você precisa saber sobre o segmento.** Disponível em: <https://terramagna.com.br/blog/agroindustria/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

TOLLER, M. **A transformação de resíduos agroindustriais através de biodigestores: Uma gestão sócio-ambiental.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 5, n. 1, 30 mar. 2016.

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE PROTEASES COAGULANTES DO LEITE POR *Trichoderma* spp. ISOLADO DO CERRADO PIAUIENSE**

**USE OF AGROINDUSTRIAL WASTE AS SUBSTRATES FOR THE PRODUCTION OF MILK COAGULANT PROTEASES BY *Trichoderma* spp. ISOLATED FROM PIAUIENSE CERRADO**

**APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PROTEASA COAGULANTE DE LECHE POR *Trichoderma* spp. AISLADO DEL PIAUIENSE CERRADO**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.414-434>

**Tiago de Oliveira Sousa**

Doutor em Produção Vegetal, Universidade Federal do Piauí, tiagoklista0803@gmail.com

**Alan Vagner da Silva Ramos**

Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, alanvagner9961@gmail.com

**Thalesram Izidoro Pinotti**

Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Piauí, thalesram@hotmail.com

**Alice Maria Gonçalves Santos**

Doutora em Fitopatologia, Universidade Federal do Piauí, alicemgsantos@ufpi.edu.br

**Thiago Pajeú Nascimento**

Doutor em Biologia Aplicada em Saúde, Universidade Federal do Piauí, thiagopajeu@ufpi.edu.br

## Resumo

A indústria de laticínios vem crescendo no Brasil, com destaque para os queijos, um produto nutritivo, rico em proteínas, vitaminas e minerais. E devido à escassez do coalho tradicional de origem animal, proteases coagulantes microbianas tem se tornado uma alternativa promissora na produção de leite. Entre os microrganismos produtores de proteases, os fungos são preferidos para aplicações biotecnológicas e industriais, mas ainda são pouco explorados sobretudo oriundos de áreas de ecótono Cerrado-Caatinga. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o isolado de *Trichoderma* spp. isolado de áreas de ecótono Cerrado-Caatinga piauiense quanto à produção de proteases coagulante do leite e avaliar sua atividade proteásica e dosagem de proteína. A produção de proteases foi realizado por Fermentação em Estado Sólido (FES) utilizando diferentes resíduos agroindustriais (casca de arroz, casca de laranja, casca de mandioca, sabugo de milho e farelo de soja) sendo utilizados como meios de cultura para a inoculação do o fungo *Trichoderma* spp. Esse fungo filamentososo se mostrou eficiente para a produção de proteases, apresentando variação de produção de acordo com os substratos utilizados variando de 7,73 a 37,86 U/mL. Já para atividade coagulante do leite apenas os substratos casca de mandioca, farelo de soja e casca de arroz foram efetivos obtendo 133,33; 80,00 e 10,00 unidades, apresentando uma forte coagulação do leite, que é quando ocorre a formação de um coágulo distinto e soro abundante. Dessa forma, o *Trichoderma* spp. apresenta potencial para produção de proteases e proteases coagulantes do leite. Dentre os substratos testados, farelo de soja, casca de laranja e casca de mandioca foram eficiente para produção de proteases, e a casca de mandioca para a produção de proteases coagulante do leite, sendo portanto o uso de resíduos e co-produtos agroindustriais uma alternativa eficiente e biosustentável para a produção de proteases de interesse lácteo.

**Palavras-chave:** proteases, cerrado, Piauí, resíduo agroindustrial.

## Resumen

La industria láctea viene creciendo en Brasil, especialmente el queso, un producto nutritivo rico en proteínas, vitaminas y minerales. Y debido a la escasez del cuajo animal tradicional, las proteasas coagulantes microbianas se han convertido en una alternativa prometedor en la producción de leche. Entre los microorganismos productores de proteasas, los hongos son los preferidos para aplicaciones biotecnológicas e industriales, pero aún son poco explorados, especialmente de las áreas del ecotono Cerrado-Caatinga. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el aislado de *Trichoderma* spp. Ecotono de áreas aisladas de Cerrado-Caatinga Piauí para la producción de proteasas coagulantes de leche y evaluación de su actividad proteasa y dosificación proteica. La producción de proteasas se realizó por Fermentación en Estado Sólido (FES) utilizando diferentes residuos agroindustriales (cáscara de arroz, cáscara de naranja, cáscara de yuca, mazorca de maíz y salvado de soja) sirviendo como medios de cultivo para la inoculación del hongo *Trichoderma* spp. Este hongo filamentososo demostró ser eficiente para la producción de proteasas, variando la producción según los sustratos utilizados, entre 7,73 y 37,86 U/mL. En cuanto a la actividad coagulante de la leche, solo los sustratos de cascarilla de yuca, harina de soja y cascarilla de arroz fueron efectivos, obteniendo 133,33; 80,00 y 10,00



unidades, mostrando una fuerte coagulación de la leche, que es cuando se forma un coágulo distinto y abundante suero. Así, *Trichoderma* spp. presenta potencial para la producción de proteasas y proteasas coagulantes de la leche. Entre los sustratos probados, la harina de soya, la cáscara de naranja y la cáscara de yuca resultaron eficientes para la producción de proteasas, y la cáscara de yuca para la producción de proteasas coagulantes de la leche, por lo que el aprovechamiento de residuos y coproductos agroindustriales es una alternativa eficiente y biosostenible. para la producción de proteasas de interés lácteo.

**Palabras clave:** proteasas, cerrado, Piauí, residuos agroindustriales.

## Abstract

The dairy industry has been growing in Brazil, especially cheese, a nutritious product rich in proteins, vitamins and minerals. And due to the scarcity of traditional animal rennet, microbial coagulant proteases have become a promising alternative in milk production. Among the protease-producing microorganisms, fungi are preferred for biotechnological and industrial applications, but they are still little explored, especially from Cerrado-Caatinga ecotone areas. Therefore, the objective of this work was to evaluate the isolate of *Trichoderma* spp. Isolated areas of Cerrado-Caatinga Piauí ecotone for the production of milk coagulant proteases and evaluate its protease activity and protein dosage. The production of proteases was carried out by Solid State Fermentation (SSF) using different agro-industrial residues (rice peel, orange peel, cassava peel, corn cob and soybean bran) being used as culture media for the inoculation of o fungus *Trichoderma* spp. This filamentous fungus proved to be efficient for the production of proteases, with production varying according to the substrates used, ranging from 7.73 to 37.86 U/mL. As for milk coagulant activity, only cassava husk, soybean meal and rice husk substrates were effective, obtaining 133.33; 80.00 and 10.00 units, showing strong milk coagulation, which is when a distinct clot and abundant whey form. Thus, *Trichoderma* spp. presents potential for the production of milk coagulating proteases and proteases. Among the substrates tested, soybean meal, orange peel and cassava peel were efficient for the production of proteases, and cassava peel for the production of milk coagulant proteases, therefore the use of residues and agro-industrial co-products is an alternative efficient and biosustainable for the production of proteases of dairy interest.

**Keywords:** proteases, cerrado, Piauí, agroindustrial waste.

## Introdução

O queijo é um produto que pode ser descrito como o resultado parcial da separação do soro do leite, utilizando-se métodos como a ação física do Coalho, enzimas e/ou bactérias específicas, dentre outros. Pode ser definido como um produto fresco ou maturado, além da possibilidade de agregação de aditivos e especiarias (SARAIVA et al., 2023).

Devido aos seus nutrientes como proteínas, minerais e vitaminas, possui um bom valor nutricional, o que proporciona o potencial da cadeia produtiva de leite e dos

produtos derivados (NEIVA, 2022). Nos últimos anos, houve um aumento no mercado global de queijo, e está previsto uma Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR) de 6,8% entre os anos 2020 e 2025, de acordo com o relatório da Mordor Inteligência (2022).

Entretanto, a forma tradicional de produção de queijo envolve o uso de enzimas coagulantes de origem animal (a renina, que pertencente a classe das proteases, extraída do estômago de bezerros), o que pode resultar em problemas éticos, biológicos e de sustentabilidade. Diante disso, a busca por alternativas de coagulantes vem se tornando uma área de interesse científico para os pesquisadores.

Uma das alternativas de enzimas coagulantes é, a protease de origem microbiana, que faz parte de um grupo enzimático que catalisam a hidrólise de ligações peptídicas em proteínas (NASCIMENTO et al., 2021). Essas proteases fazem parte do grupo de biocatalisadores aplicados a produção industrial, desempenham um papel na produção de alimentos, cosméticos, medicamentos (SNYMAN et al., 2019). Os microrganismos são considerados como fonte preferencial dessas enzimas, representando aproximadamente 60% das vendas mundiais. Isso significa que mais de 50% das enzimas industriais são produzidas por fungos filamentosos e leveduras, 30% por bactérias, 8% por animais e apenas 4% por plantas (RIGO et al., 2021), sendo uma área biotecnológica em crescente expansão, que movimenta bilhões de dólares anualmente (VINIEGRA-GONZÁLEZ et al., 2003; QUEIROZ et al., 2020).

De acordo com Papadaki et al. (2020), o mercado global de enzimas foi avaliado em US\$ 7,1 bilhões em 2017 e poderá alcançar US\$ 10,5 bilhões em 2024, apresentando uma taxa de crescimento anual de 5,7% ente 2018 a 2024, com destaque para o continente Europeu que representa 1/3 de produção global de enzimas no ano de 2017 e no mesmo ano, estimou-se que cerca de 70% da quota de mercado de enzimas era produzida por microrganismos.

As proteases produzidas por fungos filamentosos podem ser produzidas por meio de processos de Fermentação em Estado Sólido (FES) (Nascimento et al., 2021), com uso de subprodutos agroindústrias, tendo como vantagem à disponibilidade e custo barato para aquisição, além de gerar um reaproveitamento do mesmo (SILVA et al., 2009; HERNÁNDEZ e LÓPEZ, 2010). As enzimas oriundas desse processo podem ter

varias aplicabilidade, principalmente na indústria alimentícia (PATYSHAKULIYEVA, 2021), como por exemplo na produção de queijos, no processo de coagulação.

É notável o aumento da busca por parte das indústrias na utilização de fungos filamentos para produção de proteases. Uma vez que produzem enzimas em grande quantidade e variedade e possuem facilidade em crescer ao natural em substratos sólidos, tendo uma excelente capacidade de fermentação. Dentre os microrganismos de interesse para a produção de proteases, destaca-se o fungo *Trichoderma* spp (WEISS, 2020). presente em áreas de ecótono Cerrado-Caatinga, local onde a biodiversidade apresenta uma microbiota rica e promissora na produção de moléculas bioativas, com potencial natural para uso nos processos biotecnológicos. Este gênero de fungo, amplamente utilizado como agente de controle biológico empregados na produção agrícola mundial, devido ao grande potencial de melhoramento do solo e plantas, além da inibição de desenvolvimento de fitopatógenos (MORAIS et al., 2022).

A bioprospecção de *Trichoderma* spp. como fonte de proteases coagulantes, oriundos do cerrado piauiense oferece a possibilidade de explorar os recursos naturais locais e reduzir a dependência de coagulantes de origem animal, contribuindo para o crescimento global da indústria queijeira (MAMO et al., 2020). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o isolado de *Trichoderma* spp. isolados de áreas de ecótono Cerrado-Caatinga piauiense quanto à produção de proteases coagulante do leite e avaliar sua atividade proteásica e dosagem de proteína.

## Referencial teórico

### Coalhos e Coagulantes

A coagulação é a etapa mais decisiva na produção de queijos, ocasionando modificações físico-químicas nas micelas de caseína, resultando na transformação do leite em estado líquido para gel, também conhecida como coalhada. Para que ocorra tal processo, é necessário a adição de coalhos ou coagulantes, que são enzimas fundamentais no processo de produção de queijos, responsáveis pela primeira etapa da coagulação enzimática do leite (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

A definição de coalho se refere as enzimas obtidas do quarto estômago de ruminantes (abomaso), onde age sobre a proteína do leite, como, por exemplo, o

coalho bovino. Já os coagulantes representam todas as enzimas coagulantes do leite, obtidas por meio diferente do coalho, podendo ser adquiridas de vegetais e microrganismos (ANTUNES e SAITO 2011).

O coalho de origem bovina é composto de uma mistura de duas proteínas: renina e pepsina. Entretanto, esta relação renina-pepsina pode variar de acordo com a identidade do animal, ou seja, quanto mais jovem o animal maior a proporção de renina, o que irá proporcionar uma maior atividade na coagulação da caseína. Além da idade, o manejo da adequação da alimentação antes do abate também poderá influenciar na proporção (LIMA et al., 2003).

Com o aumento mundial da produção de queijos nos últimos anos (MORDOR INTELIGÊNCIA, 2022) e a escassez de coalho, devido à baixa disponibilidade de animais jovens para abate (SILVA, 2013), tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas voltadas para a produção de coagulantes do leite através de enzimas a partir de fontes alternativa, proveniente principalmente de plantas, fungos e leveduras.

As enzimas coagulantes utilizadas na produção do queijo, desempenha sua funcionalidade de acordo com o tipo de enzima empregada. Por isso, estudos voltados para avaliar o potencial de diferentes fontes produtoras de enzimas coagulantes, são importantes, uma vez que a produção de queijo o Brasil e no mundo está em crescente aumento, impulsionado pelo aumento da demanda em todo o mundo. Dessa forma, a adição de enzimas coagulantes do grupo das proteases podem ser uma alternativa com potencial na indústria do queijo.

## Proteases

As proteases, também chamadas de peptidases ou proteinases, são classificadas de acordo com a Enzyme Commission of International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB) dentro do grupo 3 (hidrolases) e subgrupo 4 (hidrolases de ligações peptídicas). Ou seja, são enzimas hidrolíticas, onde a presença de uma ou mais moléculas de água (H<sub>2</sub>O) irão desencadear a quebra de outras moléculas, tendo como função a quebra de ligações peptídicas das proteínas (GOMES et al., 2019).

Essas enzimas podem ser caracterizadas de acordo com o seu local de ação (exopeptidases e endopeptidases), com as substâncias presentes em seu sítio ativo

(aspártico, cisteína, glutâmico, metalo, asparagina, misto, serina, treonina e desconhecido) (MEROPS, 2019), e de acordo com o seu pH ótimo para melhor expressar sua ativação (proteases ácidas, neutras e alcalinas) (NASCIMENTO et al., 2021). E podem ser encontradas em diversos organismos, como plantas, animais e microrganismos (KERMASHA e ESKIN, 2021).

Nas plantas, estas enzimas comumente são encontradas no látex e nas sementes (ex. papaína em *Carica papaya*) (HAFID et al., 2020). Em animais, as proteases podem ser encontradas dentro dos organismos (ex. renina bovina) ou nas peçonhas de animais peçonhentos (ex. metaloproteases presentes na peçonha de *Echis pyramidum*) (El-YAMANY et al., 2020). Outra fonte de proteases são os microrganismos (vírus, bactérias, protozoários, leveduras e fungos), como é o caso da protease ácida produzida com *Aspergillus* sp. (CHIMBEKUJWO, et al. 2021), serina protease com *Bacillus* sp. (YANG et al., 2021), protease aspártica com *Penicillium* sp. (GUO et al., 2021).

### Proteases microbianas

Dentre as fontes de produção de proteases (plantas, animais e microrganismos), a produção por via microbiana tem sido a alternativa mais utilizada, por serem obtidas através de processos simples, rápidos e economicamente mais viável (NASCIMENTO et al., 2021), sendo capaz de atender com maior eficiência a demanda do mercado mundial, uma vez que, as demais fontes de produção podem ser afetadas pelas condições climáticas e animais suficientes para o abate (devendo seguir as normas das políticas agropecuárias e governamentais) (SOUZA, 2015).

A produção das proteases microbianas se dá por meio de processos fermentativos (fermentação submersa e a fermentação em estado sólido). Dentre esses processos, a fermentação em estado sólido tem se destacado pela possibilidade de utilizar apenas um substrato (podendo ser de origem de resíduos e coprodutos do setor agroindustrial) e condições adequadas para o desenvolvimento dos microrganismos e a produção de biomoléculas (Nascimento et al., 2021). De acordo com Oliveira e Rodrigues, (2016), esse processo tem a vantagem de necessitar de um teor reduzido de água, principalmente para proteases fúngicas, produzindo metabólitos de forma concentrada.

Além do mais, os microrganismos possuem uma grande diversidade bioquímica e suscetibilidade à manipulação genética. A partir disso, a diversidade microbiana tem sido explorada na finalidade de identificar-se microrganismos potenciais na produção de proteases (CLERICI et al., 2021). Dentre os microrganismos produtores de proteases, os fungos filamentosos são os mais utilizados (RIGO et al., 2021).

Ao realizar uma breve pesquisa em bancos de dados científicos, foi observado que as espécies de fungos mais utilizadas na produção de enzimas pertencem ao gênero *Aspergillus*, como *A. niger*, *A. fumigatus*, e *A. oryzae*, conhecidos por secretar uma grande variedade de enzimas e proteínas extracelulares com aplicabilidade em diversas áreas (Bianco e Perrotta, 2015), entretanto existe uma grande diversidade de espécies ainda pouco explorados para a produção de enzimas de interesse industrial, como é o caso dos *Trichoderma* spp.

Este gênero de fungo já é bem conhecido no setor agrícola pela sua capacidade de atuar como agente de controle biológico (MORAIS et al., 2022) presentes em áreas de ecótono Cerrado-Caatinga, região que compreende a terceira maior área ecotonal do Brasil. Os ecótonos são áreas resultante do contato entre dois ou mais biomas, refletindo mudanças locais e regionais nas condições abióticas e bióticas (Oliveras; Malhi, 2016), apresentando biodiversidade com microbiota rica e promissora na produção de moléculas bioativas, com potencial natural para uso nos processos biotecnológicos.

Por isso, a bioprospecção de fungos presentes nessas áreas, com fins de biodegradabilidade de resíduos orgânicos tem um enorme potencial para a produção de enzimas, visto que, por meios de técnicas de fermentações, podem ser aproveitados resíduos e coprodutos do setor agroindustrial, apresentando vantagens tanto dos pontos de vista econômicos quanto ambientais. Dessa forma, é de suma importância a utilização de tecnologias que aproveitem o crescente volume de resíduos gerados para obtenção de diversas moléculas com alto valor agregado, sobretudo proteases coagulantes que possam ser utilizadas na indústria de produção de queijo.

## Aplicação de resíduos agroindustriais para produção de enzimas

O Brasil, apresenta uma economia fortemente ligada à agricultura, o que acaba gerando uma grande quantidade de resíduos da agroindústria. Esses resíduos, em geral, abrangem os subprodutos gerados durante o processamento industrial de produtos agrícolas ou animais ou obtidos de atividades agrícolas (SANTOS et al., 2018), como é o caso da casca de arroz, casca de laranja, sabugo de milho, casca de mandioca e muitos outros. E por muitas vezes não haver um aproveitamento direto desses resíduos, devido ao baixo ou nenhum valor comercial ser atribuído a eles. Por isso, há uma grande preocupação em relação aos problemas que esses resíduos podem gerar, se descartado de forma errada.

Esses resíduos, normalmente são ricos em açúcares fermentáveis e nutrientes, o que favorece o crescimento de microrganismos, podendo gerar produtos com grande aplicabilidade na industrial (PANDA et al., 2016), uma vez que, através do processo de fermentação, é possível a biotransformação ou síntese de uma substância a partir de um substrato pela ação de um microrganismo, como é o caso das enzimas (ROVEDA et al., 2010).

Isso enfatiza a importância de desenvolver biotecnologias que use os resíduos agroindustriais em substituição aos substratos convencionais e não renováveis usados em bioprocessos, pois, além de manter o rendimento e reduzir os custos de produção, proporciona o reaproveitamento desses resíduos, contribuindo para a redução do acúmulo desses materiais no meio ambiente, que é considerado um problema ambiental atual.

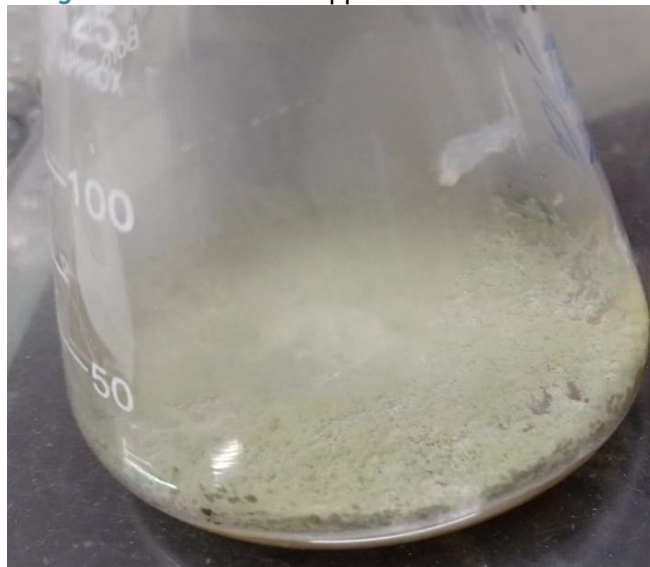
## Metodologia

### Isolamento dos fungos filamentosos

Foi utilizado o fungo do gênero de *Trichoderma* spp. (Figura 01) isolado de um ecótono Caatinga-Cerrado piauiense coletado de fragmentos de áreas de reserva nas regiões próximas ao município de Bom Jesus – PI, (8°51'7,48" S e 44°11'39,95" W), em áreas preservadas e agricultáveis. As amostras de folhas e do caule de plantas, assim como amostras de solo e serapilheira, foram acondicionadas em sacos plásticos previamente esterilizados e transportados até o Laboratório de Fitopatologia da UFPI, no campus Professora Cinobelina Elvas-Bom Jesus - PI, para análise. Após a

identificação do fungo, o mesmo foi mantido em meio de cultura batata dextrose agar (BDA) (Himedia) a 25°C por 7 dias até ocorrer esporulação.

**Figura 01:** *Trichoderma* spp crescido em meio BDA



Fonte: própria (2023).

### **Seleção dos Substratos para a produção de proteases e proteases coagulante do leite por Fermentação em Estado Sólido (FES)**

O *Trichoderma* spp foi inoculado na concentração final de  $10^7$  esporos/mL em frascos Erlenmeyer de 125 mL, contendo 3 gramas de resíduos agroindustriais (autoclavados a 20 min por 121°C): casca de arroz, casca de laranja, casca de mandioca, sabugo de milho, farelo de soja padronizados com tamiz de granulometria entre 1,0 a 2,0 mm. Os substratos foram secos até a completa desidratação e então armazenados em recipientes plásticos para uso posterior. Para cada situação, a quantidade de protease e protease coagulante do leite produzida foi avaliada.

### **Preparação do Inóculo**

Os esporos do fungo foram coletados por meio de solução nutritiva composta por extrato de levedura 0,5% (p/v) e glicose 1% (p/v) diluído em tampão fosfato de sódio 245 mM e pH 7,0 previamente esterilizados: Os esporos foram contados em câmara de Neubauer até uma concentração final de  $10^7$  esporos/mL. Posteriormente foi realizado a inoculação dos esporos em Erlenmeyers contendo os resíduos agroindustriais autoclavados para a produção de proteases em FES (Figura 02).



**Figura 02:** Ilustração de FES utilizando a casca de arroz, laranja, farelo de soja, sabugo de milho e casca de mandioca inoculadas com *Trichoderma* spp.



Fonte: própria (2023).

### Extração das Proteases

A extração da enzima foi realizada após 72 horas de fermentação. Após esse período, foi adicionado 7,5 mL de tampão fosfato de sódio pH 7 (245 mM) para cada 1 grama de substrato presente, posteriormente os Erlenmeyers foram colocados em um agitador orbital a 150 rpm por 60 min em temperatura ambiente (Figura 03) e o conteúdo filtrado com o auxílio de gazes e centrifugado a 8.000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante obtido foi denominado de extrato enzimático bruto e foi mantido em congelador e freezer, para ser utilizado posteriormente para determinações de análises bioquímicas.

**Figura 03:** Extração das proteases em agitador orbital.



Fonte: própria (2023).

### Determinação da atividade proteásica

A atividade proteásica foi determinada pelo método de GINTHER (1979). Amostras de 1 mL de ensaio contendo Tris-HCl 0,2 M, pH 7,2, 10<sup>-3</sup> M de CaCl<sub>2</sub>, 1,0% (p/p) de azocaseína e 150 µL da protease fibrinolítica foram incubadas a 28 °C por 1 h. A reação foi interrompida pela adição de 1,0 mL de 10% (p/v) solução de ácido tricloroacético. Após centrifugação em 3000xg durante 15 min, uma alíquota (0,8 mL) do sobrenadante foi adicionado a um segundo tubo contendo 0,2 mL de 1,8 N de NaOH. As amostras foram então homogeneizadas em um vórtex e a absorbância medida a 420 nm. A atividade foi definida como a quantidade de enzima responsável para o aumento de 0,1 na absorbância por hora.

### Determinação de Proteína

O teor de proteína foi determinado pelo método descrito por Bradford (1976) (Figura 03) usando albumina de soro bovino (BSA) como padrão. Cada experimento foi realizado em triplicata e o valor médio foi então calculado após correção com o branco correspondente.

**Figura 04:** Ilustração dos extratos enzimático brutos com o reagente de Bradford para determinação de proteína.



Fonte: própria (2023).

## Atividade coagulante do leite

A atividade de coagulação do leite foi determinada de acordo com Merheb-Dini et al. (2010) usando 10% (p/v) desnatado leite em pó (Camponesa, Embaré, Centro, Lagoa da Prata, Minas Gerais, Brasil) em  $\text{CaCl}_2$  a 0,05 M, como substrato. Resumidamente, 5 mL de solução láctea foram distribuídas em tubos de ensaio e pré-incubadas em banho-maria microprocessado (Quimis, Q215 Mmodelo 179, Cambridge, Reino Unido) a 50 °C por 15 min. O extrato enzimático (500  $\mu\text{L}$ ) foi adicionado ao leite e o tempo de contagem iniciado. Para uma melhor visualização da formação de coágulos, eram realizados manualmente movimentos giratórios do tubo de ensaio. O tempo em que as primeiras partículas foram formadas foi medido. Todas as amostras foram preparadas em triplicata. Uma unidade de atividade de coagulação do leite (U) foi definida como a quantidade de enzima necessária para coagular 1 mL de substrato em 40 min a 50 °C. Atividade de coagulação do leite (U) (equação 1) e a razão (R) (equação 2) foram calculados usando as seguintes equações:

$$U = \frac{2400 \times S}{T \times E} \quad (1)$$

$$R = \frac{\text{Atividade de coagulação do leite}}{\text{Atividade proteolítica}} \quad (2)$$

Onde 2400 é o tempo total da atividade de coagulação do leite (s), S é o volume de leite (mL), E é o volume da enzima (mL) e T é o tempo de formação da coagulação (s). Para selecionar uma cepa e caracterizar suas enzimas, as amostras foram agrupadas em três classes de acordo com a formação de coágulo de leite compacto e soro de leite separação no tubo de ensaio: forte coagulação do leite (coágulo distinto e soro abundante), fraca coagulação do leite (formação de coágulo sem clara separação do soro de leite) e leite sem coagulação (coágulo e soro de leite ausente).

## Resultados e discussão

### Produção de Protease Fibrinolítica por FES

A tabela 01 mostra a produção de proteases por *Trichoderma* spp. em diferentes fontes de substrato. Nas condições avaliadas, os substratos com maior

teor de proteína, como farelo de soja, casca de laranja e casca de mandioca, foram os que apresentaram maior produção de protease. O farelo de soja e casca de laranja apresentaram atividades proteásicas de 37,867 U/mL e 37,000 U/mL, respectivamente, seguido da casca da mandioca (33,100 U/mL). Tais resultados são superiores aos encontrados por Prado et al., (2021), ao avaliar a produção de proteases com diferentes espécies de *Aspergillus* (32,00 U/mL).

A maior produção enzimática obtida utilizando farelo de soja, casca de laranja e casca de mandioca está relacionado com a maior disponibilidade de nutrientes presentes nesses substratos para o crescimento do fungo. Uma vez que, o farelo de soja contém a maior parte de proteínas da soja, sendo um substrato rico em nutrientes e energia. A casca de laranja contém polissacarídeos insolúveis (pectina, celulose e hemicelulose) e carboidratos solúveis (glicose, sacarose e frutose) (Zhou et al., 2019), sendo um subproduto barato e com potencial para o crescimento de microrganismos, como observado neste trabalho. Já a casca da mandioca apresenta altos teores de amido e teores menores de proteína, gordura e fibra (Vieira et al., 2018).

**Tabela 01:** Produção de protease fibrinolítica por *Trichoderma* spp. usando diferentes substratos em FES.

<b>Substrato</b>	<b>Atividade Proteásica (U/mL)</b>	<b>Proteína (mg/ml)</b>	<b>Atividade específica (U/mg)</b>
Casca de Arroz	7,733	0,109	70,948
Casca de Laranja	37,000	0,564	65,545
Casca de Mandioca	33,100	0,497	66,600
Sabugo de Milho	15,700	0,171	91,545
Farelo de Soja	37,867	1,533	24,693

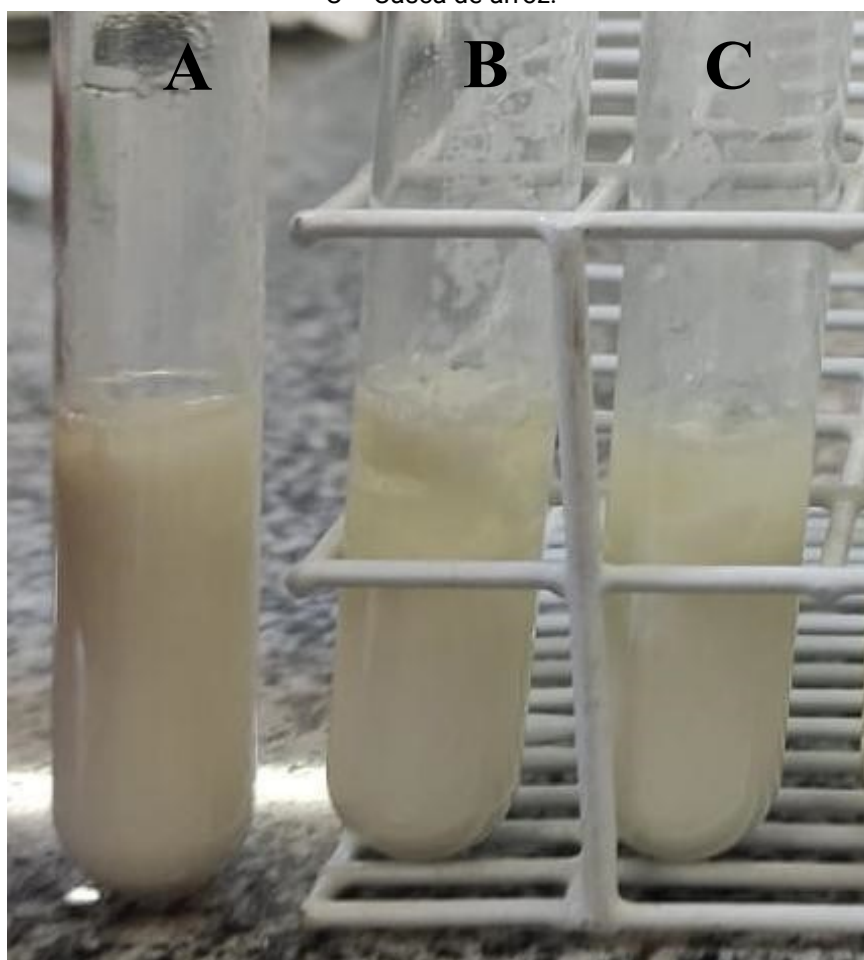
Fonte: própria (2023).

Em relação a atividade específica das proteases (Tabela 01), os maiores valores foram observados no crescimento dos fungos em substratos de sabugo de milho e casca do arroz, 91,545 U/mg e 70,948 U/mg, respectivamente. Nos substratos de casca de laranja e casca de mandioca, os resultados foram semelhantes. Já o farelo de soja, foi que apresentou menor atividade específica, 73% mais baixo em relação ao sabugo do milho. Esses resultados indicam que mesmo produzindo uma menor quantidade de proteases, os sabugos de milho e a casca do arroz, produzem proteases com maior capacidade individual de quebra de proteínas.

### Atividade coagulante do leite

Os resultados referente a fermentação do isolado *Trichoderma* spp em diferentes extratos para análise de atividade de coagulação do leite se encontra na tabela 02. Onde podemos observar maior atividade coagulante com a casca da mandioca (133,33 U), obtendo coagulação total em até 3 minutos, seguidos do farelo de soja (80,00 U) em 5 minutos e casca do arroz (10,00 U) em 40 minutos. Na figura 05 é possível observar a forte coagulação do leite nos 3 substratos anteriormente citados, apresentando a formação de coágulo distinto e soro abundante.

**Figura 05:** Determinação da atividade coagulante do leite – A- Casca de mandioca, B – farelo de soja e C – Casca de arroz.



Fonte: própria (2023).

A casca de laranja e sabugo de milho não apresentaram atividade coagulante, em nenhum dos tempos de fermentação. Os resultados encontrados com a casca de mandioca e farelo de soja foram superiores aos encontrados por Prado et al., (2023) utilizando *Aspergillus melleus* DPUA (19,84 U), *Aspergillus oryzae* DPUA 541 (19,74 U) e *Aspergillus oryzae* DPUA 1624 (13,30 U).

**Tabela 02:** Atividade coagulante e nível de coagulação e atividade específica das proteases produzidas por *Trichoderma* spp. em diferentes substratos.

Substrato	Atividade coagulante (U)	Coagulação	Atividade específica (U/mg)
Casca de Arroz	10,00	Total	91,74
Casca de Laranja	0,00	Não houve	0,00
Casca de Mandioca	133,33	Total	268,27
Sabugo de Milho	0,00	Não houve	0,00
Farelo de Soja	80,00	Total	52,17

Fonte: própria (2023).

A casca da mandioca, além proporcionar uma maior atividade coagulante, apresentou maior atividade específica (268,27 U/mg). Dessa forma, a casca da mandioca inoculadas com *Trichoderma* spp. apresenta potencial biotecnológico na produção de proteases coagulantes do leite, sendo um resíduo pouco explorado, de fácil acesso, principalmente na região Nordeste e financeiramente viável, além de colaborar com a atenuação de problemas de poluição, que sua disposição poderia causar.

A casca de arroz obteve a segundo maior atividade específica de coagulação (91,74 U/mg). Esse resultado está atribuído a alta atividade específica das proteases na quebra de moléculas de proteínas, como observado na análise produção de proteases. Já no substrato farelo de soja, mesmo apresentando uma alta atividade coagulante maior que a casca de arroz (Tabela 02), apresentou uma menor atividade específica de coagulação (52, 17 U/mg). Esses resultados podem ser explicados devido o farelo de soja apresentar alta concentração de proteína (1,533 mg/ml), porém com menor atividade específica das proteases (24,693 U/mg) quando comparado com os demais substratos.

Esses resultados mostram que fungos *Trichoderma* spp é eficiente e promissor na produção de proteases, variando seu potencial de acordo com o teor de proteína do substrato. E que mesmo o substrato apresentando uma menor produção de proteases, a atividade específica pode ocasionar maior coagulação do leite.

## Conclusões

O *Trichoderma* spp. apresenta potencial para produção de proteases e proteases coagulantes do leite. Dentre os substratos testados, farelo de soja, casca de laranja e casca de mandioca foram eficientes para produção de proteases, e a

casca de mandioca para a produção de proteases coagulante do leite, sendo, portanto, o uso de resíduos e co-produtos agroindustriais uma alternativa eficiente e biosustentável para a produção de proteases de interesse lácteo

## Referências

- ALECRIM, M. M. Produção de enzimas coagulantes do leite por *Aspergillus flavo furcatis* em resíduos da agroindústria. Manaus, 2014. 66 p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Amazonas, UFAM, 2014.
- ANTUNES, L.; SAITO, M. M. **A evolução das enzimas coagulantes**. Food Ingredients Brasil, p.38, 2011.
- BIANCO, L.; PERROTTA, G. **Methodologies and perspectives of proteomics applied to filamentous fungi: From sample preparation to secretome analysis**. International Journal of Molecular Sciences, v. 16, n. 3, p. 5803–5829, 2015.
- Bradford, M. M. **A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding**. Analytical Biochemistry, v. 72, p. 248-254, 1976. <[http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3). -
- CHIMBEKUJWO, K. I.; JA'AFARU, M. I.; ADEYEMO, O. M. **Purification, characterization and optimization conditions of protease produced by *Aspergillus brasiliensis* strain BCW2**. Scientific African, v. 8, e00398, 2020.
- CLERICI, N. J.; LERMEN, A. M.; FREITAS, D. J. D. **Agro-industrial by-products as substrates for the production of bacterial protease and antioxidant hydrolysates**. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v. 37, p. 1-11, 2021.
- EL-YAMANY, M. F.; SAMY, E. M.; SALAMA, W. H.; SHAABAN, E. A.; ABD EL-LATIF, H. A. **Gamma irradiated protease from *Echis pyramidum* venom: A promising immunogen to improve viper bites treatment**. Toxicon, v. 188, p 108-116, 2020.
- FARIA, L. A.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, W. F.; SOUZA, C. M.; COLOMBO, G. A.; AFFÉRI, F. S. **Oil and protein content in the grain of soybean cultivars at different sowing seasons**. Brazilian Journal of Agricultural Sciences, v. 13, n. 2, 2018. doi: <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i2a5518>.
- FOOD INGREDIENTS BRASIL - **Dossiê Enzimas: A evolução das enzimas coagulantes**. Nº 16 - 2011. Disponível em <<http://www.revista-fi.com/materias/164.pdf>. Acesso em: 14 jul 2023.
- Gomes, B. K.; Cony, B. S. L.; Stella, L. **Enzimas exógenas na alimentação de suínos**. Revista Eletrônica: Nutritime, v. 16, n. 3, p. 1-11, 2019.

GUO, Y.; LI, X.; JIA, W.; HUANG, F.; LIU, Y.; ZHANG, C. **Characterization of an intracellular aspartic protease (PsAPA) from *Penicillium* sp. XT7 and its application in collagen extraction.** Food Chemistry, v. 345, 128834, 2021.

HAFID, K.; JOHN, J.; SAYAH, T. M.; DOMÍNGUEZ, R.; BECILA, S.; LAMRI, M.; DIB, A. L.; LORENZO, J. M.; GAGAOUA, M. **One-step recovery of latex papain from *Carica papaya* using three phase partitioning and its use as milk-clotting and meat-tenderizing agente.** International Journal of Biological Macromolecules, v. 146, 798-810, 2020.

HERNÁNDEZ, R.; LÓPEZ, C. **Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostratus* sobre diferentes residuos agroindustriales del Departamento de Cundinamarca.** Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C., Colombia, 2010.

KERMASHA, S.; ESKIN, M. N. **Enzymes.** In: Kermasha S, Eskin MN. Enzymes Novel Biotechnological Approaches for the Food Industry. 1 ed. Cambridge: Academic Press, cap 2, pág. 15-44, 2021.

LIMA, C. J. B.; RIBEIRO, E. J.; ARAUJO, E. H. **Obtenção de Coalho Através da Fermentação do Fungo Filamentoso *Mucor miehei* NRRL 3420.** Uberlândia, 2003.

MAMO, J.; KANGWA, M.; FERNANDEZ-LAHORE, H. M.; ASSEFA, F. **Optimization of media composition and growth conditions for production of milk-clotting protease (MCP) from *Aspergillus oryzae* DRDFS13 under solid-state fermentation.** Brazilian Journal of Microbiology, v. 51, n. 2, 571-584, 2020. doi: 10.1007/s42770-020-00243-y.

MERHEB-DINI, C.; GOMES, E.; BOSCOLO, M.; SILVA, R. **Production and characterisation of a milk-clotting protease in the crude enzymatic extract from the newly isolated *Thermomucor indicae-seudaticae* N31 (Milk-clotting protease from the newly isolated *Thermomucor indicae-seudaticae* N31).** Food Chemistry, v. 120, p. 87–93, 2010.

MEROPS. **Families of Proteolytic Enzymes.** Disponível em: [https://www.ebi.ac.uk/merops/cgi-bin/family\\_index?type=P](https://www.ebi.ac.uk/merops/cgi-bin/family_index?type=P). Acesso em 13 jul de 2023.

MORAIS, E. M.; SILVA, A. A. R.; SOUSA, F. W. A. D.; AZEVEDO, I. M. B. D.; SILVA H. F.; SANTOS A. M. G.; BESERRA JÚNIOR, J. E. A.; CARVALHO, C. P.; EBERLIN, M. N.; PORCARI, A. M.; ARAÚJO, F. D. S. **Endophytic *Trichoderma* strains isolated from forest species of the Cerrado-Caatinga ecotone are potential biocontrol agents against crop pathogenic fungi.** PLoS ONE, v. 17, n. 4, e0265824, 2022.

MORDOR INTELIGÊNCIA. **Tendências do mercado de queijo, participação, relatório, crescimento 2023 - 2028.** Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/cheese-market>. Acesso em: 29 jun. 2023.



NASCIMENTO, M. C.; ALENCAR, V. N. S.; NASCIMENTO, T. P.; BATISTA, J. M. S.; PORTO, A. L. F. **Proteases e suas aplicações biotecnológicas nas indústrias alimentícias.** In: Congresso Internacional Agroindústria. **Anais.** Instituto internacional Despertando Vocações, 2021. <https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0076>.

NEIVA, R. **Setor lácteo deve crescer na próxima década, mas 2022 será de cautela.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67714903/setorlacteo-deve-crescer-na-proxima-decada-mas-2022-sera-de-cautela>

. Acesso em: 29 jun. 2023.

OLIVEIRA, A. C. D.; RODRIGUES, M. L. F. **Produção, caracterização e aplicação de proteases de penicillium sp. obtidas por fermentação no estado sólido.** Universidade Tuiuti do Paraná, p. 1-10, 2016.

OLIVERAS, I.; MALHI, Y. **Many shades of green: the dynamic tropical forest-savannah transition zones.** Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, n. 371, p. 1-15, 2016.

PANDA, S. K.; MISHRA, S. S.; KAYTESI, E.; RAY, R. C. **Microbial-processing of fruit and vegetable wastes for production of vital enzymes and organic acids: Biotechnology and scopes.** Environmental Research, v. 146, p. 161-172, 2016.

PAPADAKI, E.; KONTOGIANNOPOULOS, N. K.; ASSIMOPOULOU, A. N.; MANTZOURIDOU, F. T. **Feasibility of multi-hydrolytic enzymes production from optimized grape pomace residues and wheat bran mixture using *Aspergillus niger* in an integrated citric acidenzymes production process.** Bioresource Technology, v. 309, 123317, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123317>.

PATYSHAKULIYEVA, A. **Fungal Proteases: Current and Potential Industrial Applications.** Reference Module in Life Sciences. 2021. <https://doi:10.1016/B978-0-12-819990-9.00025-1>.

PRADO, F. B.; BATISTA, S. C. P.; MARTIM, S. R.; TEIXEIRA, M. F. S. **Viabilidade da produção de proteases por espécies de *Aspergillaceae* e triagem de coagulantes do leite bovino / Feasibility of protease production by *Aspergillaceae* species and screening of coagulants from bovine milk.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 2, p. 16356–16373, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-317>.

QUEIROZ, CIBELE.; SOUSA, A.; AMARAL, I. **Serino-protease produzida por *Metarhizium anisopliae* var. *Anisopliae*.** Novas Edições Acadêmicas p. 68, 2020.

RAMAKRISHNA, D. P. N.; GOPI, N. R.; RAJAGOPAL, S. V. **Purificaton and properties of extra cellular alkaline protease produced by *Bacillus subtilis* (MTTC NO-10110).** International Journal of Biotechnology and Biochemistry, v. 6, p.493-504. 2010.

RIGO, D.; GAYESKI, L.; TRES, G. A.; CAMERA, F. D.; ZENI, J.; VALDUGA, E.; CANSIAN, R. L.; BACKES, G. T. **Produção Microbiológica de Enzimas: uma**

## Revisão.

Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 9232-9254, 2021.

ROVEDA, M.; HEMKEMEIER, M.; COLLA, L. M. **Avaliação da produção de lipases por diferentes cepas de microrganismos isolados em efluentes de laticínios por fermentação submersa.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 1, p. 126–131, 2010.

SANTOS NETA, E. R.; VIEIRA, E. S.; ALVES, K. S.; GALVÃO, L. T. O.; LIMA, R. C.; ARAUJO, L. N. Avaliação bromatológica de resíduos de mandioca para alimentação animal. **Congresso Brasileiro de Zootecnia.** GO, Goiás. 2018.

SANTOS, P. S.; SOLIDADE, L. S.; SOUZA, J. G. B.; LIMA, G. S.; BRAGA Jr., A. C. R.; ASSIS, F. G. V.; LEAL, P. L. **Fermentação em estado sólido em resíduos agroindustriais para a produção de enzimas: uma revisão sistemática.** The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 04, n. 02, 2018.

SARAIVA, M. C.; DUTRA, S. Â.; BARROSO, A. B. **O controle de qualidade na produção de queijo de Coalho no Brasil: uma revisão.** Research, Society and Development, v. 12, n. 3, 2023. DOI:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40534>.

SILVA, B. L. **Produção e caracterização da protease coagulante Obtida por fermentação submersa a partir do fungo Termofílico Thermomucor indiciae-seudaticae N31.** 2013. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de São José do Rio Preto, 2013.

SILVA, G. A. B.; ALMEIDA, W. E.S.; CORTES, M.S.; MARTINS, E.S. **Produção e caracterização de protease obtida por Gliocladium verticilloides através da fermentação em estado sólido de subprodutos agroindustriais.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 3, p. 28-41. 2009.

SILVA, H. F.; SANTOS, A. M. G.; SANTOS, M. V. O. D.; BEZERRA, J. L.; LUZ, E. D. M. N. **Seasonal variation in the occurrence of fungi associated with forest species in a Cerrado-Caatinga transition area.** Revista Árvore, 44, 2020.

SNYMAN, C.; THERON, L. W.; DIVOL, B. **Understanding the regulation of extracellular protease gene expression in fungi: a key step towards their biotechnological applications.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 103, n. 14, p. 5517-5532. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-09902-z> 2019.

SOUZA, P. M. Produção de proteases por fungos filamentosos isolados do cerrado do centro-oeste brasileiro. 2015. 125f. **Tese** (doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo.

VINIEGRA-GONZÁLEZ, G.; FAVELATORRES, E.; AGUILAR, C. N.; RÓMEROGOMES, S. J.; DÍAZ-GODÍNEZ, G.; AUGUR, C. **Advantages of fungal enzyme production in solid state over liquid fermentation system.** Biochemical Engineering Journal, v.13, n. 2, p.157- 167, 2003.

WEISS, R.; EISCHER, A.; TADIC, T.; GRITSCH, S. M.; ORTNER, M.; PRALL, K.; NEUNTEUFEL, E.; F. PUTZ, R. F.; GUEBITZ, G. M.; NYANHONGO, G. S. **Valorisation of slaughter house and deinking paper waste streams for the production of enzyme by *Trichoderma reesei***. Journal of Cleaner Production, v. 275, 122882, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122882>.

YANG, X.; WANG, Z.; ZHANG, C.; WANG, L.; PANG, L.; ZHANG, D.; MAN, C.; JIANG, Y. **Assessment of the production of *Bacillus cereus* protease and its effect on the quality of ultra-high temperature-sterilized whole milk**. Journal of Dairy Science, v. 104, n. 6, p. 6577-6587, 2021.

YU, P.J.; CHOU, C. C. **Factores affecting the growth and production os milk-clotting enzyme by *Amylomyces rouxii* in rice liquid médium**. Food Technology and Biotechnology, v. 43, p. 283-288, 2005.

ZHOU, Y. M.; CHEN, Y.P.; GUO, J.S.; SHEN, Y.; YAN, P.; YANG, J.X. **Recycling of orange waste for single cell protein production and the synergistic and antagonistic effects on production quality**. Journal of Cleaner Production, v. 213, p. 384-392, 2019. 10.1016/j.jclepro.2018.12.168.

**BIOTRANSFORMAÇÃO DA CERVEJA DE CASTANHOLA  
POR TANASE DE *ASPERGILLUS TAMARII* URM 7115**

**BIOTRANSFORMACIÓN DE CERVEZA DE  
CASTAÑUELAS MEDIANTE *ASPERGILLUS TAMARII*  
URM 7115 TANASA**

**BIOTRANSFORMATION OF 'DESHI BADAM' BEER BY  
TANASE FROM *ASPERGILLUS TAMARII* URM 7115**

**Genésio José da Silva Neto**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande, [gjsacademico.neto@gmail.com](mailto:gjsacademico.neto@gmail.com)

**Juvêncio Olegário de Oliveira Neto**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande,  
[juvencioolegariodeoliveiraneto@gmail.com](mailto:juvencioolegariodeoliveiraneto@gmail.com)

**Maíra Felinto Lopes**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>, Universidade Federal de Campina Grande, [maira.felinto@professor.ufcg.edu.br](mailto:maira.felinto@professor.ufcg.edu.br)

**Tonny Cley Campos Leite**

Técnico do Laboratório de Bromatologia, Instituto Federal de Pernambuco, [toygly@gmail.com](mailto:toygly@gmail.com)

**Amanda Reges de Sena**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>, Instituto Federal de Pernambuco, [amandareges@barreiros.ifpe.edu.br](mailto:amandareges@barreiros.ifpe.edu.br)

## Resumo

*Terminalia catappa* Linn., conhecida popularmente como castanhola é uma espécie vegetal da família Combretaceae, sua coloração indica a presença de pigmentos fenólicos, como antocianinas e taninos, os quais são descritos como antioxidantes. A presença dos taninos em produtos alimentícios não é sempre desejável, devido às características sensoriais que estas moléculas trazem, como turbidez e adstringência. Logo, a hidrólise desses compostos por enzimas como a tanase, a qual convertem os taninos hidrolisáveis em ácido gálico e glicose, vem sendo estudada no decorrer dos anos. Partindo do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da tanase produzida por *Aspergillus tamarri* URM 7115 em cerveja de castanhola. O fungo filamentoso foi crescido em meio BDA, pH 6,8, durante 10 dias. O mesmo foi utilizado para a produção da tanase após a obtenção de suspensão de esporos ( $1 \times 10^6$  esporos/mL). Utilizou-se a Fermentação em Estado Submerso utilizando ácido tânico como única fonte de carbono, extrato de levedura como fonte de nitrogênio e sais minerais. Após a obtenção da tanase, a mesma foi utilizada na cerveja de castanhola. Avaliou-se o efeito da tanase na cerveja por meio de planejamento experimental do tipo Doehlert. Duas variáveis foram avaliadas: concentração de extrato enzimático (% v/v) e tempo de aplicação enzimática (minutos). A concentração do extrato enzimático foi avaliada em três níveis (8, 10 e 12%) e o tempo de aplicação em cinco níveis (30, 60, 90, 120 e 150 minutos). Fez-se um controle substituindo o extrato enzimático por água destilada. Após aplicação quantificou-se a concentração de fenólicos totais e atividade antioxidante e quelante dos produtos obtidos. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Após a obtenção dos resultados, os mesmos foram analisados através da Análise de Variância (ANOVA), por meio do programa SISVAR e feita a comparação de média pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Em relação ao conteúdo de fenólicos totais todos os ensaios diferiram da amostra controle, onde a amostra controle apresentou um teor de 259,85 mg EQ AG/L e os demais ensaios acima de 380 mg EQ AG/L, comprovando a ação da tanase na hidrólise dos taninos presentes na cerveja. Comportamento semelhante foi observado para a atividade antioxidante nos métodos avaliados. Praticamente todos os ensaios apresentaram maior atividade quando comparada ao controle, onde este apresentou 89,14% pelo método DPPH, 98,9% pelo ABTS e 51,43% para o quelante cobre. Para a cerveja após biotransformação realizada pela tanase os valores variaram entre 93,52 e 94,39%, 98,90 e 99,30% e, 44,04 e 81%, para os métodos DPPH, ABTS e quelante de cobre, respectivamente. Os resultados sugerem que a tanase pode ser utilizada potencialmente para aplicação biotecnológica industrial, como na produção de cerveja de castanhola, visando a obtenção de um produto com maior propriedade funcional.

**Palavras-chave:** antioxidante; compostos fenólicos; *Terminalia catappa* Linn; Tanino acil hidrolase.

# DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA DO DIMETILSULFÓXIDO FRENTE A *Staphylococcus aureus*

## **Júlio César da Silva Vieira**

Programa de Pós-graduação em Sanidade e Reprodução de Animais de Produção, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [julio\\_cesar\\_mv@yahoo.com](mailto:julio_cesar_mv@yahoo.com)

## **Sayonara Germano Barreto**

Programa de Pós-graduação em Sanidade e Reprodução de Animais de Produção, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [barretosayonara@gmail.com](mailto:barretosayonara@gmail.com)

## **Ana Clara Neves dos Santos**

Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [aana.clara35@gmail.com](mailto:aana.clara35@gmail.com)

## **Hiandrey Sabrina Torres de Sá**

Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [hyandreytorres@gmail.com](mailto:hyandreytorres@gmail.com)

## **Elizabete Rodrigues da Silva**

Professora Titular dos cursos de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [elizabete.rodrigues@ufape.edu.br](mailto:elizabete.rodrigues@ufape.edu.br)

## Resumo

O uso inadequado de drogas antimicrobianas, no âmbito da medicina veterinária e humana, vem levando a uma ascendente seleção de microrganismos multirresistentes, principalmente agentes bacterianos, implicando na ineficácia do tratamento com antibióticos. Com base nesta problemática, a busca por produtos alternativos ao uso dos antimicrobianos é crescente, principalmente ativos de origem vegetal que já representam uma alternativa viável para o desenvolvimento de novos fármacos com potencial antimicrobiano. No entanto, a avaliação dos extratos vegetais exige que sejam preparados em combinação com solventes orgânicos os quais, por si só, podem apresentar atividade antimicrobiana e, dessa forma, mascarar a atividade do extrato em avaliação. Neste sentido, o objetivou-se com o presente estudo determinar a concentração inibitória mínima (CIM) do solvente dimetilsulfóxido (DMSO) frente à bactéria Gram-positiva *Staphylococcus aureus*. A CIM do DMSO foi avaliada através da técnica de microdiluição em placa, utilizando as concentrações de 20, 10, 5, 2.5, 1.25, 0.62, 0.31 e 0,15%. Para o teste foi utilizada a cepa padrão *Staphylococcus aureus* ATCC (*American Type Culture Collection*) 25923, incluindo-se poços com o inóculo bacteriano mais o antibiótico cloranfenicol. A amostra bacteriana foi inoculada em caldo Mueller-Hinton e incubada a 37°C *overnight*, prosseguindo com a padronização do inóculo bacteriano utilizando a escala de turbidez McFarland (tubo 0,5 correspondendo a  $1,5 \times 10^8$  céls/ml) e preparo da placa de microcultivo, sendo utilizado a placa de fundo em "U". A placa já pronta, foi incubada em estufa tipo BOD a uma temperatura de 37°C por 24 horas. Após esse período procedeu-se com a leitura e interpretação dos resultados. Os resultados demonstraram que o crescimento bacteriano foi inibido nas concentrações de 20 e 10%, havendo crescimento nas demais concentrações. Esses resultados sugerem que o dimetilsulfóxido em concentrações iguais ou inferiores a 5% pode ser utilizado como solvente de extratos vegetais, sem interferir na atividade antimicrobiana destes compostos.

**Palavras-chave:** agentes bacterianos; atividade antimicrobiana; dms; cim.



# MICROENCAPSULAÇÃO DE PROBIÓTICOS *LACTICASEIBACILLUS RHAMNOSUS* PELA TÉCNICA DE EXTRUSÃO E GELIFICAÇÃO IÔNICA

**Maria Eduarda Virginio da Silva Carmo**

Licencianda em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[mariaeduardaadv7@gmail.com](mailto:mariaeduardaadv7@gmail.com)

**Evellyn Mayara Dias Carvalho da Silva**

Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural de Pernambuco Instituição,  
[Evellyn.silva@ufrpe.br](mailto:Evellyn.silva@ufrpe.br)

**Leandro Fragoso Lins**

Doutor em Biotecnologia, Pós-doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[leandrofragosolins@gmail.com](mailto:leandrofragosolins@gmail.com)

**Ana Lúcia Figueiredo Porto**

Doutora em Eng. Química, Professora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [ana.porto@ufrpe.br](mailto:ana.porto@ufrpe.br)

**Maria Taciana Cavalcanti Vieira Soares**

Doutora em Tec. Bioquímico-Farmacêutica, Professora, Universidade federal rural de pernambuco,  
[maria.vsoares@ufrpe.br](mailto:maria.vsoares@ufrpe.br)



## Resumo

A microencapsulação vem sendo discutida como uma técnica para manter a viabilidade e estabilidade de probióticos em sua adição em alimentos funcionais. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi microencapsular probióticos *Lactocaseibacillus rhamnosus* pela técnica de extrusão e gelificação iônica e avaliar o rendimento e eficiência da microencapsulação. A cepa probiótica *Lactocaseibacillus rhamnosus* (isolada de grãos de kefir) foi inoculada em caldo MRS por 24 horas a 37 °C e em seguida padronizada sua concentração para uma densidade óptica de 2.8 a 595 nm, correspondendo a 15 Log<sub>10</sub> UFC/mL. Foram utilizadas as técnicas de extrusão e gelificação iônica para produção das microcápsulas probióticas, onde 500 mL de solução mix de biopolímero alginato de sódio a 1% e a cepa probiótica a 15 Log<sub>10</sub> UFC/mL foram extrudadas com o auxílio de uma bomba de seringa a uma taxa de fluxo de 4,5 mL/min e uma ponteira de 0,9 mm de diâmetro. As gotas foram coletadas em solução de cloreto de cálcio a 0,1M em agitação constante para a completa gelificação. O rendimento da microencapsulação foi avaliado pelo peso seco após liofilização das microcápsulas, e a eficiência foi mensurada pela viabilidade probiótica contida nas microcápsulas após serem rompidas em solução de citrato de sódio a 0,1 M e plaqueadas em ágar MRS. A partir das análises foi possível observar que o rendimento da microencapsulação foi de 95,5% ± 0,06, um rendimento superior quando comparado a outras técnicas de microencapsulação de probióticos, como o spray dryer. A eficiência da encapsulação foi de 82,75% ± 0,007, demonstrando uma viabilidade probiótica superior a 80% (13 Log<sub>10</sub> UFC/g) em relação a concentração inicial utilizada (15 Log<sub>10</sub> UFC/mL), estando as microcápsulas probióticas com concentração superior à exigida para alegação de um produto probiótico. Portanto, o uso das técnicas de microencapsulação aqui reportada apresentaram bom rendimento e viabilidade probiótica, sendo possível propor futuras aplicações a nível industrial.

**Palavras-chave:** probióticos; encapsulação; biopolímero.

# PRODUÇÃO DE COLAGENASES FÚNGICAS POR FERMENTAÇÃO SUBMERSA UTILIZANDO RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ÓLEO COMO SUBSTRATO

**Isadora Mendes da Fonseca**

Graduanda em Ciências Biológicas, ICB-UPE, [isadora.mfonseca@upe.br](mailto:isadora.mfonseca@upe.br)

**Diego Gomes Ramos**

Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, DB-UFRPE, [diegogomes00@hotmail.com](mailto:diegogomes00@hotmail.com)

**Kethylen Barbara Barbosa Cardoso**

Pós-Graduanda em Biologia Aplicada à Saúde, CB-UFPE, [kethybarbara@gmail.com](mailto:kethybarbara@gmail.com)

**Carolina de Albuquerque Lima Duarte**

Doutora em Ciências Biológicas, Docente UPE-Campus Arcoverde, [carolina.albuquerque@upe.br](mailto:carolina.albuquerque@upe.br)

**Romero Marcos Pedrosa Brandão Costa**

Doutor em Biotecnologia, Docente ICB-UPE, [romero.brandao@upe.br](mailto:romero.brandao@upe.br)

## Resumo

Colagenases são proteases capazes de degradar a tripla hélice do colágeno, tendo importantes aplicações na indústria alimentícia, como no amaciamento de carnes, processamento de pescados e produção de bebidas, entre outros. Estas podem ser obtidas de diferentes fontes, sendo microrganismos, como fungos e bactérias, preferenciais devido à facilidade de manipulação e baixo custo de operação. Como forma de reduzir custos de produção, a utilização de alternativas economicamente mais viáveis, como os resíduos agroindustriais ganham destaque como substratos para produção de proteases de interesse. Assim, os subprodutos oriundos da produção de óleos vegetais, como as farinhas, são excelentes fontes de carbono e nitrogênio, sendo considerados excelentes substratos para produção de proteases. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi investigar a farinha de licuri (*Syagrus coronata*), um resíduo da extração do óleo de sua amêndoa, como substrato alternativo para produção de proteases com atividade colagenolítica. Para isso, foram utilizadas culturas de *Mucor subtilissimus* e *Penicillium citrinum*. Foi realizada a fermentação do tipo submersa utilizando 1% de farinha de licuri em pH 7 durante 72 horas em agitador orbital a 200 rpm a 30°C. O extrato enzimático foi filtrado e armazenado em freezer -20°C para análises posteriores. A atividade colagenolítica foi realizada utilizando-se azocoll como substrato, em uma concentração de 5mg/mL diluído em tampão tris-HCl 0,1M em pH 7. 150uL do extrato enzimático foram adicionados à 270uL de azocoll e 150uL de tampão tris-HCl pH 7, sendo incubado a 37°C por 18 horas. A leitura da atividade foi realizada em leitor de microplacas a 520nm sendo expresso em U/mL sendo realizada em triplicata. Em relação aos resultados, *M. subtilissimus* obteve em média uma atividade colagenolítica de cerca de 65,47 U/ml enquanto para *P. citrinum* a atividade média apresentada foi de cerca de 110,93 U/ml. Com base nos resultados pode-se concluir que a farinha de Licuri demonstrou ser um ótimo substrato para produção de colagenases fúngicas nas condições observadas e que a produção dessas proteases também é dependente da espécie de microrganismo utilizado.

**Palavras-chave:** *Mucor*; *Penicillium*; proteases; processamento de pescado; resíduo agroindustrial.

**TENDERIZAÇÃO DO ACÉM POR BROMELINA EXTRAÍDA  
DE FOLHAS DA MACAMBIRA**

**TENDERIZACION DE AGUJA POR BROMELINA  
EXTRAÍDA DE HOJAS DE LA MACAMBIRA**

**CHUCK TENDERIZATION BY BROMELAIN EXTRACTED  
FROM MACAMBIRA LEAVES**

**Alexandre Henrique Silva dos Santos**

Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Pernambuco, [alexandrekorra@gmail.com](mailto:alexandrekorra@gmail.com)

**Genésio José da Silva Neto**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande, [gjsacademico.neto@gmail.com](mailto:gjsacademico.neto@gmail.com)

**Tonny Cley Campos Leite**

Técnico do Laboratório de Bromatologia, Instituto Federal de Pernambuco, [toygly@gmail.com](mailto:toygly@gmail.com)

**Raul Jacobsen Neto**

Prof. Mestre do Curso Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Pernambuco,  
[raul.jacobsen@barreiros.ifpe.edu.br](mailto:raul.jacobsen@barreiros.ifpe.edu.br)

**Amanda Reges de Sena**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> do Curso Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Pernambuco,  
[amandareges@barreiros.ifpe.edu.br](mailto:amandareges@barreiros.ifpe.edu.br)

## Resumo

As enzimas são biocatalisadores que estão presentes em todos os sistemas biológicos e apresentam propriedades que são atrativas para os processos de biotransformação. Essas biomoléculas são bastante utilizadas na fabricação de alimentos, visto que podem acelerar diversas reações de interesse para a indústria. As proteases são enzimas que hidrolisam as ligações peptídicas presente nas proteínas e peptídeos e compreendem cerca de 60% das enzimas utilizadas industrialmente. Entre as proteases, pode-se citar a bromelina que é utilizada pela indústria de alimentos, têxtil e farmacêutica. Na indústria de alimentos, a bromelina é utilizada para a clarificação de bebidas, produção de hidrolisados proteicos e no amaciamento da carne. A bromelina pode ser extraída das diferentes espécies da família Bromeliaceae, sendo encontrada nos tecidos dos talos, frutos e folhas, tendo o abacaxi como principal representante da família. Uma espécie da família das bromélias que vem sendo estudada é a macambira (*Bromelialasciniosa* Mart. ex Shult. & Shult. f.), que é encontrada no sertão nordestino desde a Bahia ao Piauí e é bastante utilizada para alimentação de caprinos, ovinos e suínos. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi investigar a atividade enzimática de bromelina extraída de folhas de *Bromelialaciniosa* e sua aplicação no amaciamento de acém. O material vegetal foi coletado na cidade de Serra Talhada - Pernambuco. A enzima foi obtida após trituração com tampão em pH adequado e em seguida foi aplicada em pedaços padronizados da carne de acém (8x5x3), obtidos em supermercado local. Para a aplicação da enzima foi injetado 1 mL do extrato bruto, após o tratamento as carnes foram submetidas a cocção, em sacos plásticos previamente pesados, em banho-maria até o termômetro indicar a temperatura interna de 75°C. Em seguida, as amostras foram removidas, imediatamente resfriadas e armazenadas durante 24 h em temperatura de refrigeração. Após o tempo indicado, as amostras foram retiradas da refrigeração e postas em temperatura ambiente durante 30 min. Por fim, as mesmas foram avaliadas em relação à sua textura em um texturômetro, operando numa velocidade de 5 mm/s, com acessório Warner-Bratzler (WB), por meio da determinação da força de cisalhamento. Sendo válido destacar que foi realizado uma amostra controle, sem tratamento enzimático. Como resultado, foi encontrado que a firmeza da amostra controle foi de 8,35 Kgf, e a amostra tratada com a enzima obteve resultado de 6,20 Kgf, indicando que a bromelina extraída da macambira pode ser utilizada no processo de tenderização de carnes. Logo, pode-se concluir que o complexo enzimático da macambira possui atividade proteolítica, apresentado pela diminuição da firmeza da carne de acém.

**Palavras-chave:** amaciamento; *Bromelia laciniosa*; Fitoprotease.

# VIABILIDADE DE *LACTICASE* *BACILLUS RHAMNOSUS* MICROENCAPSULADO EM ALGINATO DE SÓDIO FRENTE ÀS TEMPERATURAS DE PASTEURIZAÇÃO

**Evellyn Mayara Dias Carvalho da Silva**

Graduanda em Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[evellyn.silva@ufrpe.br](mailto:evellyn.silva@ufrpe.br)

**Maria Eduarda Virginio da Silva Carmo**

Graduanda em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[mariaeduardaadv7@gmail.com](mailto:mariaeduardaadv7@gmail.com)

**Leandro Fragoso Lins**

Doutor em Biotecnologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [leandrofragosolins@gmail.com](mailto:leandrofragosolins@gmail.com)

**Ana Lúcia Figueiredo Porto**

Doutora em Eng. Química, Professora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [ana.porto@ufrpe.br](mailto:ana.porto@ufrpe.br)

**Maria Taciana Cavalcanti Vieira Soares**

Doutora em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Professora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [maria.vsoares@ufrpe.br](mailto:maria.vsoares@ufrpe.br)

## Resumo

Existem diferentes processos dentro da indústria de alimentos, tais como a pasteurização, que é um método no qual se utiliza temperaturas altas, entre 60 e 72 °C, por tempos diferentes, de 15 segundos até 30 minutos, visando eliminar microrganismos patogênicos nos alimentos. Desta forma, inviabilizando a utilização de probióticos nesses alimentos. Assim, a microencapsulação vem sendo uma técnica amplamente utilizada para a proteção de probióticos a diferentes tipos de processos dentro da indústria alimentícia. Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade de uma cepa probiótica isolada de grãos de Kefir brasileiro, *Lacticaseibacillus rhamnosus*, microencapsulada em alginato, frente às temperaturas de pasteurização lenta e rápida. Foram utilizadas as técnicas de extrusão e gelificação iônica para produção de microcápsulas probióticas de *L. rhamnosus* ( $\sim 10^{15}$  UFC/mL) com o polímero Alginato de sódio (1%). As células livres (controle) e as microcápsulas liofilizadas foram submetidas a testes de termotolerância em condições aproximadas da pasteurização lenta, 60 °C por 30 minutos e a rápida, 70 °C por 60 segundos. A viabilidade probiótica após os testes de temperatura foram determinadas pelo método de plaqueamento padrão. Os resultados obtidos mostraram que, para as condições de pasteurização lenta (60 °C por 30 min), a porcentagem de células viáveis contidas nas microcápsulas foi de 75,8% (8,8 log UFC/g), enquanto a viabilidade de células livres foi de 59,2% (8,15 log UFC/g). Houve uma diminuição de cerca de 0,7 log UFC/g nas células livres quando comparados com os resultados da cepa probiótica microencapsulada. Já para o teste de temperatura em condições aproximadas de pasteurização rápida (70 °C por 60 seg), a porcentagem de células viáveis contidas nas microcápsulas foi de 54,4% (7,6 log UFC/g). Em contrapartida, a viabilidade das células livres foi maior, chegando a 66,3% (8,5 log UFC/g). Isso pode ser explicado pela capacidade de ativação de proteínas de choque térmico da cepa, aumentando assim a termotolerância da *L. rhamnosus*, o que já é relatado na literatura, e que possivelmente não ocorreu o mesmo com as células microencapsuladas. Esses resultados apresentaram uma melhor viabilidade do probiótico microencapsulado frente às condições de pasteurização lenta se comparado com a pasteurização rápida, sugerindo a necessidade de adição de outros polímeros como matrizes encapsulantes para melhorar a proteção probiótica. De todo modo, a microencapsulação se mostrou um método eficaz para a proteção de probióticos quando submetidos a processos térmicos de pasteurização lenta.

**Palavras-chave:** Probiótico; *Lacticaseibacillus*; Microencapsulação; Termotolerância; Pasteurização.

# VIABILIDADE DE PROBIÓTICO DA ESPÉCIE LACTICASEIBACILLUS RHAMNOSUS APLICADO EM CHOCOLATE AO LEITE

**Alesson Victor Lins dos Santos**

Licenciando em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[alessonvictorls22@gmail.com](mailto:alessonvictorls22@gmail.com)

**Assíria Gabriele Fragoso Bandeira de Melo**

Graduanda em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [assiria.gabriele@ufrpe.br](mailto:assiria.gabriele@ufrpe.br)

**Leandro Fragoso Lins**

Doutor em Biotecnologia, Pós-doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[leandrofragosolins@gmail.com](mailto:leandrofragosolins@gmail.com)

**Ana Lúcia Figueiredo Porto**

Doutora em Eng. Química, Professora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [ana.porto@ufrpe.br](mailto:ana.porto@ufrpe.br)

**Maria Taciana Cavalcanti Vieira Soares**

Doutora em Tec. Bioquímico-Farmacêutica, Professora, Universidade federal rural de pernambuco,  
[maria.vsoares@ufrpe.br](mailto:maria.vsoares@ufrpe.br)



## Resumo

O crescente interesse pelos alimentos funcionais vem impulsionando o mercado alimentício a desenvolver produtos probióticos diversos, seja em matrizes lácteas, mas também em não lácteas como cereais, vegetais e cárneos. Os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, trazem benefícios à saúde do indivíduo. Nesse sentido, o chocolate por sua vez é um alimento muito energético, de fácil metabolismo após sua ingestão e de consumo frequente. Diante desses fatos, o objetivo desse trabalho foi aplicar probióticos na matriz alimentar chocolate e avaliar a sua viabilidade e estabilidade com o intuito de propor novos tipos de alimentos funcionais. O microrganismo probiótico utilizado foi da espécie *Lacticaseibacillus rhamnosus* (cepa isolada de grãos de Kefir) reativado em caldo de Man Rogosa e Sharpe (MRS) e incubado a 37°C por 24h. A biomassa produzida foi centrifugada a 5.000 RPM por 10 minutos para recuperação do pellet bacteriano, sendo ressuspensionado e lavado em água peptonada a 0,1%. A concentração probiótica inicial utilizada foi com a densidade óptica de 2,80 a 595nm, o qual no método de plaqueamento em superfície correspondeu a 11,78 Log<sub>10</sub> UFC/mL. Então, 20 gramas do chocolate ao leite comercial foram derretidas, colocadas em placa petri e misturadas ao probiótico liofilizado em uma concentração de 11,78 Log<sub>10</sub> UFC/g. Em seguida foi realizado o processo de temperagem para solidificar o alimento. Após aplicação, foram realizados testes microbiológicos com o alimento, 1 grama da matriz alimentar foi colocada em agitação por 15 minutos dissolvida em água peptonada a 0,1%. Depois foram feitas as diluições seriadas e plaqueamento em profundidade para evitar contaminações advindas do alimento, incubado a 37° C por 72 horas, seguido de contagem das colônias. O acompanhamento da viabilidade foi feito durante o período de 28 dias, com o chocolate armazenado em temperatura ambiente (25° C). Os resultados do teste de viabilidade apontam para uma redução significativa da concentração probiótica, onde após 7 dias de armazenamento o chocolate já apresentava uma concentração probiótica de 9,52 Log<sub>10</sub> UFC/g, sendo uma redução de aproximadamente 20%, e após os 28 dias a concentração já se encontrava em 3,84 Log<sub>10</sub> UFC/g, representando uma redução de cerca de 68%. É importante destacar a necessidade de manter a concentração mínima de 10<sup>8</sup> UFC/g do chocolate probiótico, pois é a quantidade necessária para que o produto seja enquadrado como alimento funcional e proporcione os benefícios ao consumidor. Portanto, diante das dificuldades de manter a viabilidade nessa matriz alimentar, se faz necessário desenvolver novos estudos e métodos (a exemplo do processo de microencapsulação) para proteger e estabilizar o probiótico no alimento, proporcionando assim a criação de novos alimentos funcionais para diferentes nichos de mercado.

**Palavras-chave:** probiótico; chocolate; viabilidade.

**Seção 3**  
**Formulação e**  
**Processamento de**  
**alimentos (FP)**

# **ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA KOMBUCHA DE CHÁ VERDE (*CAMELLIA SINENSIS*) ENRIQUECIDA COM MEL FLORAL DA CAATINGA DA *APIS MELLIFERA***

## **PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS OF GREEN TEA (*CAMELLIA SINENSIS*) KOMBUCHA ENRICHED WITH FLORAL HONEY FROM THE CAATINGA BY *APIS MELLIFERA***

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.450-469>

**Marina França Elias da Silva**

Bacharelado em Gastronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [marinasdef@gmail.com](mailto:marinasdef@gmail.com)

**Maria Rafaella da Fonseca**

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [maria.fpimental@ufrpe.br](mailto:maria.fpimental@ufrpe.br)

**José Carlos de Andrade Alves**

Graduação em Química Industrial, Universidade Federal de Pernambuco, [josecarlos.alves@ufrpe.com](mailto:josecarlos.alves@ufrpe.com)

**Renata Valéria Regis de Sousa Gomes**

Drª, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, [renata.valeria@ufrpe.br](mailto:renata.valeria@ufrpe.br)

**Emmanuela Prado de Paiva Azevedo**

Drª, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [paiva.ufrpe@gmail.com](mailto:paiva.ufrpe@gmail.com)

## Resumo

Kombucha é uma bebida fermentada feita a partir de chá adoçado. O processo de preparação envolve o cultivo de uma colônia de bactérias e leveduras chamada de *SCOBY*. Para este estudo, o objetivo foi de produzir uma Kombucha com chá verde a partir da fermentação com adição de mel, e realizar a caracterização físico-química do mel utilizado. Para isso, utilizou-se 1L de água filtrada aquecida a 90°, (1%) chá verde, (10%) mel e (20%) cultura starter. Foram feitas análises (açúcares totais, cinzas, umidade, atividade de água, brix, fenólicos totais, pH e vitamina C) de duas variedades de mel produzidas nos municípios de Verdejante (MV) e Tamandaré (MT), e da Kombucha produzida, no sétimo dia de fermentação. Os valores obtidos para os teores de açúcares totais para os méis (MV=87,16 g glc/100g; MT=53,85 g glc/100g) e cinzas (MV=0,23% e MT=0,51%) mostram que a diferença do bioma e da floração podem impactar na composição do mel. Porém, para ambos, o índice de umidade mostrou-se fora do padrão de qualidade do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (MV=21,58% e MT=23,51%) o que pode afetar na preservação dos produtos. Em relação às análises da Kombucha, o pH se mostrou muito baixo, 1,77 no sétimo dia, e 1,72 no décimo quarto. Para os fenólicos totais, foram divididos em dois grupos A e B, com diluições diferentes. O grupo A obteve uma média de resultados de 23,848 mg de EAG/ml, e o grupo B média de 7,631 mg de EAG/ml, mostrando que a bebida produzida possui potencial para ação antioxidante. A atividade de água se mostrou dentro dos parâmetros desejáveis, com média de 0,9842 aw, além do teor de vitamina C encontrado de 0,833 mg/100ml, se mostrando adequado se comparado com a literatura. Com isso, os resultados de açúcares totais, cinzas, atividade de água e brix, para os méis, se encontraram dentro dos parâmetros ditados pela legislação, diferente do teor de umidade. Além disso, nota-se que a vegetação local tem influência sobre as propriedades físico-químicas deste alimento. Em relação a Kombucha, apenas o valor de pH se mostrou fora dos valores de qualidade, sendo reajustes necessários na metodologia para tornar a bebida adequada para o consumo.

**Palavras-chave:** mel, kombucha, fermentação.

## Abstract

Kombucha is a fermented drink made from sweetened tea. The preparation process involves the cultivation of a colony of bacteria and yeasts called *SCOBY*. For this study, the objective was to produce a Kombucha with green tea fermented with the addition of honey and to do the physical-chemical characterization of the honey that was used. For this purpose, 1L of filtered water was heated up to 90°, (1%) green tea, (10%) honey and (20%) starter culture was used. Analyses were made (total sugars, ashes, moisture, water activity, brix, total phenolics, pH and vitamin C) of two varieties of honey produced in the municipalities of Verdejante (MV) and Tamandaré (MT), and of the Kombucha produced, on the seventh day of fermentation. The values obtained for the total sugar content for the honeys (MV=87.16 g glc/100g; MT=53.85 g glc/100g) and ashes (MV=0.23% and MT=0.51%) show that the difference in biome and flowering can influence the composition of honey. However, for both, the moisture index was outside the quality standard of the Technical Regulation of Identity and Quality of Honey (MV = 21.58% and MT = 23.51%) which can affect the preservation of the products. Regarding to the analysis of Kombucha, the pH level was very low, 1,77 on

the seventh day, and 1,72 on the fourteenth day. For total phenolics, they were divided into two groups A and B, with different dilutions. Group A obtained an average result of 23.848 mg of EAG/ml, and group B an average of 7.631 mg of EAG/ml, showing that the beverage produced has potential for antioxidant action. The water activity was within the desirable parameters, with an average of 0.9842 aw, in addition to the vitamin C content found of 0.833 mg/100ml, proving to be adequate when compared to the literature. With this, the results of total sugars, ashes, water activity and brix, for the honeys, were within the parameters dictated by the legislation, different from the moisture content. In addition, it is noted that the local vegetation has an influence on the physical-chemical properties of this food. Regarding Kombucha, only the pH level was outside the quality values, showing that readjustments in the methodology are necessary to make the drink suitable for consumption.

**Keywords:** honey, kombucha, fermentation.

## Introdução

A Kombucha é uma bebida fermentada que teve sua origem no nordeste da China por volta de 220 a.C, e posteriormente se espalhou pelo Japão em 414 d.C. como uma forma de medicamento. Ao longo das rotas comerciais, essa bebida alcançou a Rússia e a Europa oriental, conforme mencionado por Jayabalan *et al.* (2014). Embora alimentos fermentados tenham sido consumidos em diversas culturas ao redor do mundo por milênios, a Kombucha só ganhou popularidade recentemente, como afirmado por Kapp & Sumner (2019). A bebida fermentada do chá verde tornou-se muito procurada por sua natureza funcional e probiótica. Segundo Troitino (2018), hoje em dia, ele é considerado o produto de crescimento mais rápido no mercado de bebidas funcionais e uma das bebidas fermentadas de baixo teor alcoólico mais populares em todo o mundo.

O chá das folhas de *Camellia sinensis* é a base para essa bebida, adicionado a uma cultura starter, contendo um consórcio simbiótico de bactérias e leveduras (SCOBY) (COELHO *et al.*, 2020). O processo de fermentação tem duração de aproximadamente 7 a 12 dias (DUFRESNE *et al.*, 2000). Nesta fermentação, usa-se comumente o chá verde ou preto como meio, açúcar como fonte de energia e tem-se como produto e subprodutos da fermentação: álcool, ácido acético, alguns compostos nutricionais e bioativos e gás carbônico (LIU *et al.*, 2020). Percebe-se também, a presença de gases provenientes do gás carbônico produzido na fermentação e o surgimento de um aroma fermentado (JAYABALAN *et al.*, 2014). Além destes compostos, a fermentação produz um biofilme, também chamado de película de celulose ou celulose bacteriana, descrita pela primeira vez em 1886 por

R. M. Brown, como “uma espécie de pele úmida, inchada, gelatinosa e escorregadia”. Este é um produto exocelular de bactérias, sendo uma das mais importantes para a formação dessa película, a *Gluconacetobacter xylinum* (LIN *et al.*, 2020).

As principais ações biológicas reconhecidas da Kombucha incluem as atividades antioxidantes, antimicrobianas, anti carcinogênicas e antidiabéticas (CHAKRAVORTY *et al.*, 2016). Tais benefícios estão associados à presença de microrganismos probióticos, compostos fenólicos, ácidos glucônico, glucurônico e láctico, todos provenientes do processo fermentativo (JAYABALAN *et al.*, 2014), flavonoides com alta biodisponibilidade (CHAKRAVORTY *et al.*, 2016) e vitaminas C, B2 e B6 (MOHAMMADSSHIRAZI *et al.* 2016) e, mais recentemente, a vitamina B9 (KHAN, 2020).

A inibição do crescimento *in vitro* das bactérias patogênicas incluindo *Helicobacter pylori*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Agrobacterium tumefaciens* também foram associadas ao consumo da Kombucha (STEINKRAUS *et al.*, 1996), assim como propriedades terapêuticas contribuindo para melhoria da progressão de esclerose múltipla (MARZBAN *et al.*, 2015), efeitos hipercolesterolêmicos em ratos (BELLASSOUED *et al.*, 2015).

A saborização da bebida é a segunda etapa do seu processamento, após o processo fermentativo. Em geral, são utilizadas frutas cítricas, contudo, considerando o papel funcional da bebida, é possível acrescentar alimentos reconhecidos por seu valor nutricional. O mel natural que é produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores, é um dos nutracêuticos mais valorizados e apreciados pela humanidade, usado para fins alimentícios, funcionais, medicinais e industriais (PASHTE *et al.*, 2020). Considerando a extensa lista de benefícios do mel para a promoção da saúde, suas características físico-químicas e propriedades antimicrobianas, tem sido amplamente analisada por seu potencial probiótico (BEGUM *et al.*, 2015).

A composição e as propriedades do mel variam de acordo com a fonte de recurso floral e pelas condições regionais e climáticas (LAZARIDOU *et al.*, 2004). A Caatinga é um bioma que ocorre exclusivamente na Região Nordeste do Brasil, caracterizada por clima semiárido, chuvas baixas e irregulares, e solos férteis. Com vegetação predominantemente seca, apresenta elevada riqueza e diversidade de espécies vegetais arbóreas, arbustivas e herbáceas (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

A expansão da apicultura racional, aliada a potencialidade produtiva das abelhas *Apis mellifera* (africanizada) e a disponibilidade de pastagem apícola nativa, colocou Pernambuco e mais quatro Estados do Nordeste (PI, CE, BA, PE e RN), a partir de 2005, a serem responsáveis por 1/3 da produção apícola nacional (GONÇALVES *et al.*, 2010; IBGE, 2011), sendo a região com presença de espécies florais da Caatinga a de maior e expressiva produção, mas ainda com poucas pesquisas com esses méis produzidos no bioma Caatinga (SANTOS *et al.*, 2014).

Com a popularização do consumo de Kombucha nas últimas décadas, muitos cultivos saíram da escala artesanal para produção em escala comercial. Esse cenário tem ressaltado o valor nutricional da bebida e sobretudo seu potencial econômico. A inclusão do mel nesta formulação tem o papel de fortalecer não somente a Kombucha mas também o próprio mel, uma vez que, apesar do reconhecido valor nutritivo é ainda um produto natural que necessita de investigação quanto ao teor de micronutrientes e compostos bioativos. Considerando todo este contexto, o presente artigo tem por objetivo mostrar as características das análises físico-químicas da Kombucha enriquecida com mel floral da Caatinga da *Apis mellifera*.

## Referencial teórico

### Bebidas Fermentadas

A fermentação define-a como o processo anaeróbico que ocorre quando o microrganismo se reproduz, a partir de uma fonte apropriada de nutrientes, visando à obtenção de um bioproduto (DAMASO; COURI, [s. d.]).

O verbo fermentar, se origina do latim "*fermentare*", que significa, ferver. O termo, proposto pelo pesquisador francês Louis Pasteur, teria sido determinado devido à intensa produção de gás gerada ao longo do processo fermentativo ao ver o suco extraído de uvas fermentado para a produção de vinhos. (LINDNER *et al.*, 2022). Ainda que, hoje em dia, "ferver" seja utilizado de forma diferente, pois na fermentação não ocorre fervura, a analogia existe em virtude da formação de bolhas observada durante a fermentação, decorrentes da produção de gás. (MARTENS, 2023).

Na indústria, os tipos de fermentação são descritos como: Fermentação alcoólica, um tipo de reação química realizada pela ação de microrganismos (leveduras) sobre os açúcares (glicose ou outro monossacarídeo), produzindo etanol

(álcool etílico) e gás carbônico. Através dele é obtido todo o álcool industrial, e todas as bebidas alcoólicas fermento-destiladas como, uísque, cachaça, conhaque, tequila e fermentadas como, cerveja e vinho. (VASCONCELOS, *et al.*, 2016). Já a fermentação láctica, ocorre sobre açúcares de origem vegetal ou animal, formando ácidos orgânicos e tem como produto principal o ácido láctico. Com ele são produzidos alimentos como, picles, chucrute, azeitonas, iogurtes, manteiga, leites fermentados, queijos, salames. Por último, a fermentação acética, no seu fabrico adicionam-se leveduras para conversão dos açúcares em álcool. E depois, adicionam-se bactérias dos gêneros *Acetobacter* ou *Glucono-bacter* para transformar o álcool em ácido acético (vinagre). (VASCONCELOS *et al.*, 2016). A Kombucha é um exemplo de bebida fermentada que é produzida a partir desses três processos de fermentação.

### Kombucha

Apesar de um caráter duvidoso, acredita-se que a origem da Kombucha se deu a partir do seu uso como um digestivo pelas suas propriedades desintoxicantes e energizantes no nordeste da China por volta de 220 a.C. Ao passar do tempo, devido às expansões marítimas, a bebida recebeu diversos outros nomes como: “*Tea Fungus, Kargasok Tea, Manchurian Mushroom e Haipao*” (GREENWALT *et al.*, 2000). Seu consumo se popularizou na Europa e no norte da África durante a segunda guerra mundial, porém com o baixo estoque de insumos, a bebida foi deixando de ser consumida. (JAYABALAN *et al.*, 2014).

Atualmente, devido ao crescimento do mercado de alimentos funcionais, a Kombucha teve um grande aumento na sua procura e conseqüentemente, na sua comercialização. Isso se deve às suas propriedades probióticas, que proporcionam benefícios à saúde intestinal e a melhoria na capacidade do organismo em absorver os nutrientes dos alimentos. Probióticos são organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefício à saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2001). Além disso, segundo os estudos de Battikh *et al.* (2012) indicam que a bebida tem características antimicrobianas contra cerca de oito cepas diferentes de bactérias que podem ser nocivas ao ser humano. De acordo com Jayabalan *et al.* (2014), a Kombucha também possui atividades antioxidantes e anticancerígenas em virtude aos polifenóis produzidos durante a fermentação e ao



efeito sinérgico de diferentes compostos encontrados no chá. Esses polifenóis possuem mecanismos para a inibição da mutação genética, a inibição da proliferação de células cancerígenas, a indução de apoptose de células cancerígenas e o fim da metástase (CONNEY *et al.*, 2002).

A Kombucha é uma bebida gaseificada refrescante, de origem natural e probiótica, com características semelhantes às de um espumante. São utilizados chá verde ou preto para o preparo junto a cultura starter, na qual, ao longo do processo de fermentação, irá se transformar em um disco de celulose chamado de SCOBY. Para o processo de fermentação ocorrer, é necessário adicionar uma fonte de carbono, no caso, alguma fonte de açúcar - glicose, sacarose, frutose - tendo em vista que, cada um destes contém propriedades diferentes que podem influenciar no produto final, tanto sensorialmente, ao paladar, quanto nas características químicas da bebida (LIU *et al.*, 2020). As leveduras convertem o açúcar em álcool e dióxido de carbono, enquanto as bactérias acéticas produzem novas camadas de celulose no SCOBY e metabolizam também o álcool produzido pelas leveduras em ácidos orgânicos (JAYABALAN *et al.*, 2014). Portanto, é crucial utilizar uma proporção adequada de açúcar, normalmente sendo 10%, uma vez que o uso excessivo pode levar uma bebida ácida e/ou fora dos parâmetros vigentes da Instrução Normativa MAPA nº 41, de 2019.

Devido às suas propriedades benéficas para a promoção da saúde, suas características físico-químicas e propriedades antimicrobianas, o mel tem sido amplamente analisado como uma boa fonte de carbono para a produção de Kombucha. (BEGUM *et al.*, 2015).

## Mel

Historicamente, o mel é utilizado pela população desde o Egito antigo, tanto como fonte de alimento, como também pela medicina popular, já tendo sido utilizado como antioxidante, cicatrizante de feridas e queimaduras, podendo apresentar atividade antibacteriana com ação bactericida e bacteriostática, além de apresentar efeito anti-inflamatório, expectorante, imunológico, sedativo e analgésico (SILVA *et al.*, 2018).

A estrutura do mel se dá predominantemente por monossacarídeos, glicose e frutose, além de outros tipos de açúcares. Teores de proteínas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, substâncias minerais, pólen, sacarose, maltose, malesitose e outros oligossacarídeos (incluindo dextrinas) também estão presentes em sua composição. (DE GOUVEIA MENDES *et al.*, 2009) O mel pode ser classificado por sua origem, podendo ser como mel floral ou mel de melato. Em que o mel floral é obtido dos néctares das flores, e o mel de melato é obtido principalmente a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos que se encontram sobre as plantas.

De acordo com sua origem floral, pode haver variação da coloração, sabor e aroma do mel, podendo ser quase incolor, âmbar, escuro ou pardo escuro, além da variação das suas propriedades físico-químicas. Segundo Cortopassi-Laurino & Gelli (1991) a cor mais escura é uma característica dos méis que contêm maiores quantidades de açúcares redutores. Por conta disso, para fins comerciais, o mel pode ser classificado de acordo com sua origem botânica e procedimento de obtenção (SILVA, *et al.* 2018).

Por o mel possuir muitas variações em suas propriedades sensoriais e físico-químicas, além de ser alvo de diversas falsificações e fraudes na sua produção, reduzindo sua qualidade, foi instituída a Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, que estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Esta legislação designa as especificações e análises necessárias para avaliar os parâmetros físico-químicos da qualidade do mel, onde são avaliados o teor de umidade, pH e acidez, açúcares redutores, sólidos insolúveis em água, minerais e cinzas, atividade diastásica e hidroximetilfurfural (HMF). (ALMEIDA-MURADIAN, 2007; BRASIL, 2000).

O desenvolvimento do mel do Brasil é bastante favorecido, em especial no Nordeste, por conta da vasta extensão territorial e possibilidade de produção o ano todo. O Semiárido nordestino proporciona excelentes condições para a exploração apícola, com clima que desfavorece a incidência de pragas e doenças, e também por sua riqueza nectarífera de sua vegetação. (KHAN *et al.*, 2014.)

Grande parte do mel nordestino é proveniente da flora nativa, a caatinga, o que permite a produção de mel livre de resíduos de pesticidas agrícolas, gerando assim

um mel orgânico. Sendo assim, o mel nordestino, proveniente da caatinga possui boas perspectivas no mercado externo, que possui grande preocupação com a presença de contaminantes nos alimentos (KHAN *et al.*, 2014.)

## Metodologia

### Amostragem da matéria prima

As culturas iniciadoras de Kombucha foram obtidas a partir de produtores locais, e utilizadas no cultivo da Kombucha experimental, onde esta etapa foi realizada no Laboratório de Alimentos do Nubiotec (Núcleo de Biotecnologia da UFRPE). Os méis foram obtidos em parceria entre a Universidades Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Associação de Apicultores de Parnamirim e Região, uma cooperativa formada apenas por mulheres, e coletado nos municípios de Verdejante e Tamandaré em abril de 2023. De vegetação multiflora, nativa da Caatinga. O mel do município de verdejante foi nomeado como MV e o do município de Tamandaré, como MT.

### Análises físico-químicas dos méis MT e MV

#### Determinação do teor de cinzas

A análise foi realizada em triplicata, baseando-se na metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Primeiramente o cadinho de porcelana foi seco em estufa a 90°C por 1h e pesado. Em seguida, 2g do mel foram adicionados a ele e levado à mufla a 550°C por 3h. Após esse tempo, o sistema foi resfriado em dessecador e pesado. O cálculo para determinação do teor de cinzas foi feito utilizando a Equação 1, mostrada abaixo.

$$\frac{P1 - P2}{P} \times 100$$

Equação 1

P1 = Peso da cápsula (tara)

P2 = Peso da cápsula mais cinzas

P = Número de g da amostra

#### Determinação do teor de umidade

A análise foi realizada em triplicata, baseando-se na metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Para isso, 1g da amostra foi posta em um cadinho de alumínio

previamente pesado e o sistema foi deixado na estufa a 90°C por 24h. Após esse período, o sistema foi resfriado em dessecador e pesado. O cálculo para determinação do teor de umidade foi feito através da Equação 2, mostrada abaixo.

$$\frac{(M_a - M_c) - M_f}{M_a} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

$M_a$  = Peso em g da amostra

$M_f$  = Peso em g do cadinho

$M_c$  = Soma do peso da amostra e do cadinho

### Determinação de açúcares totais

O método de Antrona foi aplicado para esta análise, e foram feitas várias diluições. Inicialmente, 2g da amostra de mel foi diluída em 30 mL, e essa mistura foi levada a um balão volumétrico de 100 mL, que foi completado com água destilada. Após isso, foi feita nova diluição, com 1 mL da solução anterior, para 100 mL de água destilada. Após isso, 250 mL dessa solução foi diluída com 750 mL de água destilada, e após, 100 mL dessa solução foi diluída com 900 mL de água destilada. Da solução resultante, 1 mL, foi colocado em um tubo de ensaio, onde foram adicionadas 2 mL de Antrona. A solução foi posta em banho-maria por 8 minutos, e resfriada, para então ser levada para leitura em Uv-Vis em 620 nm.

### Preparo da Kombucha para fermentação

O preparo do chá fermentado (Kombucha) foi baseado no estudo de Jayabalan *et al.* (2014), no qual foi utilizado o mel MV. Para isso, primeiramente foi aquecido 1L de água filtrada até atingir a temperatura de 90°C. Após, foram adicionadas 10g (1%) do chá verde (*Camellia sinensis*) em folhas desidratadas para realização da infusão durante 15 minutos. Em seguida, foi utilizado um filtro tipo chinoa para filtragem do chá e adicionadas ao filtrado, 100g (10%) de mel como fonte de energia e mantido em temperatura ambiente, aproximadamente 25 ± 1 °C. Foi adicionado ao chá 200mL (20%) de cultura starter de Kombucha artesanal (líquido com película de celulose cortada em pedaços), e, após homogeneização, o volume total foi armazenado em um recipiente coberto com tecido voal previamente higienizado, mantidos em laboratório fechado à temperatura ambiente de 22 a 25 °C e protegidos

de incidência direta de luz e de vento por no mínimo sete dias. Todas as análises foram feitas no caldo e no disco de celulose.

## **Análises físico-químicas da Kombucha**

### **Determinação do pH**

As análises do pH foram baseadas conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IMESP, 1985), utilizando 10 ml da amostra pura em um béquer e as leituras foram diretamente do potenciômetro inicialmente calibrado (pHmetro TEC- 3MP). O valor do pH foi avaliado no sétimo e décimo quarto dia de fermentação em triplicata.

### **Determinação de fenólicos totais**

Para as análises para fenólicos totais, foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu. As amostras foram divididas em 2 grupos, A e B, onde cada grupo continha 3 soluções iguais entre si. Sendo as amostras do grupo A, 1 mL da Kombucha pura e 1 mL de água destilada, e B, 0,25 mL da Kombucha e 1,75 mL de água destilada, proporcionando 6 tubos de ensaio. Após isso, foi retirado 0,5 ml de uma amostra de cada grupo, e posto em novos tubos de ensaio. Em cada tubo contendo os 0,5 mL de cada amostra, foram adicionados 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e deixou descansar por 3 minutos. Após esse tempo, foi adicionado 1 mL de uma solução saturada de carbonato de sódio. As soluções foram deixadas em repouso sem presença de luz por 1h. Após esse tempo, a absorvância foi medida no equipamento Espectrofotômetro de Uv-Vis 1900i, em 725 nm.

## **Análises de Brix e Atividade de água dos méis e da Kombucha**

As análises descritas abaixo seguiram a mesma metodologia para as amostras dos méis, e para a Kombucha.

### **Determinação do Brix**

Foram analisados em triplicata o teor de açúcar em solução e temperatura pelo Brix, utilizando 2 ml das amostras puras. Em leitura, as medidas foram feitas no equipamento Brix- r2i300- Reichert.

## Determinação de Atividade de água

Para a análise de atividade de água (aw) das amostras, foi utilizado o equipamento AquaLab 4te em três cópias.

## Análise estatística

Os estudos foram realizados em planejamento fatorial e testes de homocedasticidade para avaliação da distribuição normal dos dados de méis obtidos. Na presença de normalidade foi utilizado o teste de análise de variância multifatorial (MANOVA) para observar as diferenças entre os tratamentos. Para todas as análises foi utilizado o software Statistica 7.0.

## Resultados e discussão

### Análises dos méis MV e MT

**Tabela 1:** Teores médios\* de Açúcares totais, Cinzas, Umidade, Atividade de água e Brix

Amostras	Açúcares totais (gglc/100g)	Cinzas (%)	Umidade (%)	Atividade de água (aw)	Brix (°)
<b>MV</b>	87,16 ± 4,05 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,05 <sup>a</sup>	21,58 ± 1,19 <sup>a</sup>	0,62 ± 0,008 <sup>a</sup>	79,8 ± 0,30 <sup>a</sup>
<b>MT</b>	53,85 ± 1,75 <sup>b</sup>	0,51 ± 0,07 <sup>b</sup>	23,51 ± 0,43 <sup>b</sup>	0,62 ± 0,007 <sup>a</sup>	77,9 ± 0,08 <sup>a</sup>

\*Médias de três repetições ± desvio padrão seguidas de letras que diferem ou não os resultados entre si (Teste de Tuckey  $p \leq 0,05$ ) glc = glicose.

Fonte: própria (2023).

Os diferentes tipos de méis podem apresentar variações significativas nos teores de açúcares totais devido à sua origem botânica, condições geográficas e climáticas em que são produzidos. Cada tipo de mel é produzido a partir do néctar de flores específicas, e a composição química do néctar pode variar consideravelmente entre diferentes plantas (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007). Isso se mostra evidente pela diferença no resultado de açúcares totais entre os méis (MV= 87,16 g glc/100g ; MT= 53,85 g glc/100g), sendo maior o teor de açúcares totais no mel de Verdejante, o que pode ter sido determinado pela diferença das floradas, uma vez que o bioma predominante do município de Verdejante é a Caatinga e do município de Tamandaré é a Mata Atlântica.

Os valores de atividade de água e brix para as duas amostras de méis, se mostraram muito próximas e se encontram dentro do parâmetro desejável em comparação a literatura. Em geral, o mel tem uma atividade de água baixa, geralmente

variando entre 0,57 e 0,62 (IURLINA & FRITZ, 2005). Esse valor baixo é um dos fatores que contribui para sua viscosidade, e também para a longa vida útil do mel, pois a baixa atividade de água inibe o crescimento de microorganismos e a deterioração do produto (OLAITAN *et al.*, 2007). O mel é composto principalmente por açúcares naturais, como glicose e frutose, entretanto, os valores do Brix podem variar ligeiramente dependendo da origem botânica do néctar coletado pelas abelhas.

O índice de umidade adquirido mostrou estar fora do padrão de qualidade do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel para as duas amostras (MV=21,58% e MT=23,51%), sendo o máximo de 20% o teor de umidade recomendado. Isso implica na conservação do produto, pois o alto índice indica que as amostras têm maiores chances de fermentarem, o que favorece no crescimento de microorganismos patogênicos (FERRAZ, 2015). Em comparação, as duas amostras apresentaram uma diferença de variação de apenas 1,93%.

Na análise para determinação do teor de cinzas nos méis, ambas se encontraram nos parâmetros da Legislação, sendo MV= 0,23% e MT= 0,51% tendo uma variação de 0,28% entre elas. Segundo Venturini, Sarcinelli e Silva (2007) a relação entre diferentes teores de cinzas em méis está relacionada aos resíduos minerais presentes no mel, que são deixados após a queima completa da matéria orgânica em altas temperaturas, no qual, pode ser dado pela diferença da florada e do bioma da região em que a abelha fez a coleta. Diante disso, é observado que, o mel do município de Tamandaré possui um maior teor de cinzas comparado com o mel de Verdejante, uma vez que, nele é encontrado o bioma de manguezal, no qual é rico em resíduos minerais (LACERDA *et al.*, 1985).

## Análises da Kombucha

### pH

O percentual de pH foi analisado em triplicata, no sétimo e no décimo quarto dia após a fermentação. No sétimo dia, as amostras apresentaram características ácidas, com pH=1,77 e 1,72 no décimo quarto dia. De maneira geral, os componentes presentes no chá verde contribuem para o perfil ácido da Kombucha (JAYABALAN *et al.*, 2014), e o mesmo se adequa para o mel utilizado, sendo o pH em torno de 4,32. Porém, os pH's observados estão muito abaixo dos valores comuns de pH's

analisados em Kombuchas vistos na literatura, além de estarem fora do limite permitido pela instrução normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019, no qual o pH mínimo é de 2,5 (NASCIMENTO e DE LIMA, 2019). Uma lavagem prévia do SCOBY utilizando vinagre de maçã pode ter sido outro fator relevante para esse resultado, visto que, houve uma possível contaminação do disco durante o seu trajeto até o laboratório de pesquisa. Contudo, a diminuição do pH entre o sétimo e décimo quarto dia já era esperada por conta da fermentação que, em seu processo, consome os açúcares presentes no meio, gerando o aumento da concentração de ácidos orgânicos (RODRIGUES *et al.*, 2018).

### **Brix**

As amostras para o Brix foram analisadas no sétimo dia de fermentação e observado o valor de 13°Bx em todas elas, isso implica que 100g de Kombucha possuem 13g de sólidos solúveis (açúcar ou sacarose). Comparando o resultado obtido com outros estudos na literatura de Kombuchas, com a utilização de outras fontes de carbono diferentes do mel, o valor observado se mostrou levemente superior, o que pode influenciar no fator sensorial da bebida. Faz-se importante frisar que, apesar do valor obtido ser mais alto do que o usualmente encontrado nesse tipo de bebida, ainda assim, é um valor considerado relativamente baixo em relação a outros tipos de bebidas, o que pode vir a ser um ponto positivo, uma vez que a Kombucha é uma bebida predominantemente ácida.

### **Atividade de água**

A atividade de água foi analisada no sétimo dia de fermentação da Kombucha, em triplicata, sendo 0,9814 aw, 0,9826 aw e 0,9886 aw os valores obtidos. A atividade de água é uma medida da disponibilidade de água livre para os microrganismos presentes na Kombucha. Ela afeta diretamente o crescimento e a atividade metabólica dos microrganismos, incluindo as bactérias e leveduras envolvidas no processo de fermentação. Durante a fermentação da Kombucha, os microrganismos consomem os nutrientes presentes no chá adoçado, produzindo ácidos orgânicos, enzimas e outros compostos (JAYABALAN *et al.*, 2014). A atividade de água influencia a sobrevivência e o crescimento desses microrganismos, bem como a produção de



metabólitos desejáveis, como ácido acético, ácido glucurônico e outros compostos bioativos. (DITCHFIELD, 2000). No entanto, é importante manter um equilíbrio adequado de atividade de água na Kombucha, pois uma atividade de água muito baixa pode inibir o crescimento microbiano, enquanto uma atividade de água muito alta pode favorecer o crescimento de microrganismos indesejáveis, como fungos e bactérias patogênicas. Geralmente, na literatura, a atividade de água da Kombucha se mostra em torno de 0,95 a 0,99, então, pode-se dizer que os resultados estão dentro do parâmetro desejado.

### Fenólicos Totais

A análise foi realizada no sétimo dia de fermentação. As amostras do grupo A variaram entre 23,651 mg de EAG/ml; 23,249 mg de EAG/ml e 24,644 mg de EAG/ml, já as amostras do grupo B: 7,660 mg de EAG/ml; 7,850 mg de EAG/ml e 7,385 mg de EAG/ml. Os compostos fenólicos são encontrados em alimentos e plantas, sendo conhecidos pela sua ação antioxidante, ele age neutralizando os radicais livres que, no ser humano, podem causar danos às células e levar ao envelhecimento celular precoce e ao risco de doenças (REFOSCO *et al.*, 2019). Em geral, a Kombucha apresenta uma elevada concentração de compostos fenólicos que são produzidos durante o processo de fermentação, porém alguns fatores como o tipo de chá e de fonte de carbono, podem potencializar a concentração desses compostos, nos quais estão diretamente ligados a ação antioxidante da bebida (VOHRA *et al.*, 2019). Isso pode ser observado no estudo de VOHRA *et al.* (2019), no qual foi analisada a ação antioxidante de Kombuchas fermentadas com açúcar cristal, jagra e mel Kelulut, em que as amostras que continham mel apresentaram maior atividade antioxidante se comparadas às amostras com jagra, e também próximas das amostras com açúcar cristal, sendo esta, a com maior atividade antioxidante dentre todas as amostras. Diante disso, os valores de fenólicos totais obtidos para as amostras do grupo A e do grupo B podem ser considerados satisfatórios, e a bebida com potencial atividade antioxidante.

## Teor de Vitamina C

O resultado obtido para o teor de vitamina C no sétimo dia de fermentação, de 0,833 mg/100ml, se mostrou dentro do esperado em comparação a um estudo sobre as influências da cultura starter na atividade antioxidante da Kombucha, no qual Malbaša *et al.* (2011) encontrou um valor de 0,8 mg/100ml. Portanto, é visto que o teor de vitamina C pode chegar até 1 mg/100ml em 10 dias de fermentação.

## Conclusões

Pode-se dizer que os resultados obtidos para os méis que se encontraram dentro dos parâmetros ditados pela legislação foram, açúcares totais, atividade de água, Brix e cinzas. Já o resultado do teor de umidade, se mostrou fora dos valores de qualidade ( $V=21,58\%$  e  $T=23,51\%$ ) o que implica na conservação do produto, pois o alto índice indica que as amostras têm maiores chances de fermentarem, afetando o tempo de vida útil do alimento. Faz-se importante ressaltar a diferença de açúcares totais entre o mel MV= 87,16 g glc/100g e o mel MT=53,85 g glc/100g, indicando que a diferença de florada, vegetação e bioma influencia nas propriedades físico-químicas do alimento. Vale salientar a importância dos resultados e análises feitas neste estudo, pois o mesmo irá disponibilizar essas informações para a Associação de Apicultores de Parnamirim e Região, que irão ajudar na rotulagem dos méis coletados, afim de eliminar os atravessadores, e portanto, aumentar os ganhos da cooperativa ao vender seus produtos.

Para a Kombucha, os resultados de fenólicos totais podem ser considerados satisfatórios, mostrando potencial atividade antioxidante na bebida. Entretanto, em análises futuras, pode ser pertinente a comparação de atividade antioxidante entre Kombuchas produzidas com os méis (MV e MT) e diferentes fontes de açúcar. Os resultados de Brix (13°Bx) indicam que a Kombucha pode ter um caráter mais adocicado, provavelmente proveniente do mel que foi utilizado como fonte de carbono para a fermentação. O teor de vitamina C encontrado de 0,833 mg/100ml, se mostrou adequado se comparado com a literatura. A atividade de água se encontrou dentro dos parâmetros ditados pela literatura, porém é relevante destacar o valor ácido de pH, 1,77 no sétimo dia de fermentação e 1,72 no décimo quarto, o que indica que nos próximos passos da pesquisa, deve haver uma diminuição na quantidade de cultura

starter na fermentação seguinte para obtenção de melhores parâmetros para o consumo.

## Referências

- ALMEIDA-MURADIAN, L. B. de; BARION, F. Physicochemical evaluation of Brazilian honey from Jataí bee (*Tetragonisca angustula*). In: **Apimondia international apicultural congress**, 40., 2007, Melbourne. Proceedings, Melbourne: IBRA, 2007. p. 90-91.
- BEGUM, S.B.; ROOBIA, R.R.; KARTHIKEYAN, M.; MURUGAPPAN, R.M. Validation of nutraceutical properties of honey and probiotic potential of its innate microflora, 2015. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.10.024 . ISSN: 00236438
- BELASSOUED, K.; GHRAB, F.; MAKNI-AYADI, F.; VAN PELT, J.; ELFEKI, A.; AMMAR, E. Protective effect of kombucha on rats fed a hypercholesterolemic diet is mediated by its antioxidant activity. **Pharmaceutical Biology**, 53(11), p.1699-1709, 2015.
- CHAKRAVORTY, S.; BHATTACHARYA, S.; CHATZINOTAS, A.; CHAKRABORTY, W.; BHATTACHARYA, D.; GACHHUI, R. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. **International Journal of Food Microbiology**, 220, p. 63–72, 2016.
- COELHO, R.M.D.; ALMEIDA, A.L.; AMARAL, R.Q.G.; MOTA, R.N.; SOUSA, P.H.M. Kombucha: Review, **International Journal of Gastronomy and Food Science**, 22, p. 1–12, 2020.
- COELHO, Raquel Macedo Dantas et al. Kombucha. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 22, p. 100272, 2020.
- CONNAY, A. H.; LU, Y. P; LOU, Y. R.; HUANG, M. T. Inhibitory Effects of Tea and Caffeine on UV-Induced Carcinogenesis: Relationship to Enhanced Apoptosis and Decreased Tissue Fat. **European Journal of Cancer Prevention: The official Journal of the European Cancer Prevention Organization**, v.11, p. 28-36, 2002.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; GELLI, D. S. Analyse pollinique, propriétés physico-chimiques et action antibactérienne des miels d'abeilles africanisées *Apis mellifera* et de Méliponinés du Brésil. **Apidologie**, v. 22, n. 1, p. 61-73, 1991.
- DE GOUVEIA MENDES, Carolina et al. As análises de mel: revisão. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, 2009.
- DITCHFIELD, Cynthia. Estudo dos métodos para a medida da atividade de água. 2000. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.
- DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. Tea, kombucha, and health: a review. **Food Research**

**International**, 33, p. 409–421, 2000.

FERRAZ, Flavio de Oliveira. Estudo dos parâmetros fermentativos, características físico- químicas e sensoriais de hidromel. 2015. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

GOMES, Renata et al. Produção e qualidade de mel na zona da mata de Pernambuco.

**Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 26, 2017.

GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; GRAMACHO, K. P. A expansão da apicultura e da tecnologia apícola no Nordeste brasileiro com especial destaque para o Rio Grande do Norte. **Mensagem Doce**, v. 3, p. 7-15, 2010.

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 2011.

IAL, IAL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos 4ed São Paulo. SP, Brasil, v. 1002, 2008.

IMESP. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 3ª ed.p. 533, v. 1985.

IURLINA, M.O.; FRITZ, R. Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. **International Journal of Food Microbiology**, n.105, p. 297 – 304, 2005.

JAYABALAN, R.; MALBASA, R.V.; LONCAR, E.S.; VITAS, J.S.; SATHISHKUMAR, M. A Review on Kombucha tea – Microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, Toxicity and tea fungus. **Comprehensive Reviews in Food Science and Technology**, 13, p. 538–550, 2014.

KHAN, S.S. Valor nutritivo, potencial antioxidante e disponibilidade de 5-metil-tetrahidrofolato em kombucha de chá verde (*Camellia sinensis*) avaliadas por CLAE-DAD. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal Rural Pernambuco. Recife, 61 p. 2020.

KAPP, Julie M.; SUMNER, Walton. Kombucha: A systematic review of the empirical evidence of human health benefit. **Annals of epidemiology**, v. 30, p. 66-70, 2019.

LACERDA, L.D., REZENDE, C.E., JOSÉ, D.V., WASSERMAN, J.C. & FRANCISCO, M.C. 1985. Mineral concentration in leaves of mangrove trees. **Biotropica**, 17:260-262. 1985.

LAZARIDOU A.; BILIADERIS CG.; BACANDRITSOS N.; SABATINI AG. 2004. Composition, thermal and rheological behavior of selected Greek honeys. **J Food Eng** 64: 9- 21.

LIN, D.; LIU, Z.; SHEN, R.; CHEN, S.; YANG, X. Bacterial cellulose in food industry: Current

research and future prospects. **International Journal of Biological Macromolecules**, 158, p.

LIU, Y.; ZHAO, G.; SHEN, Q.; WU, Q.; ZHUANG, J.; ZHANG, X.; XIA, E.; ZHANG, Z.; QIAN, Y.; GAO, L.; XIA, T. Comparative analysis of phenolic compound metabolism among tea plants in the section *Thea* of the genus *Camellia*. **Food Research International**, 135, p. 1- 11, 2020.

MALBAŠA, Radomir V. et al. Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. **Food chemistry**, v. 127, n. 4, p. 1727-1731, 2011.

MARZBAN, F., AZIZI, G., AFRAEI, S., SEDAGHAT, R., SEYEDZADEH, M.H., RAZAVI, A., MIRSHAFIEY, A. 2015. Kombucha tea ameliorates experimental autoimmune encephalomyelitis in mouse model of multiple sclerosis. **Food Agric Immunol**. 26(6):782-793.

MOHAMMADSSHIRAZI, A., KALHOR, E.B. 2016. Energy and cost analyses of kombucha beverage production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 55, p. 668-673.

NASCIMENTO, L. C.; DE LIMA, M.; DE ALIMENTOS, Curso de Engenharia. Influência de diferentes fontes de açúcar sobre as propriedades físicas do kombucha. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**. Uberlândia, MG. 2019.

OLAITAN, PETER B.; ADELEKE, OLUFEMI E.; IYABO, O. O. Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. **African health sciences**, v. 7, n. 3, 2007.

OLIVEIRA, P.A.; SÁ, M.S.; MELO, A.L.; CAVALCANTE, M.C. Recursos florais para abelhas africanizadas na caatinga. 1. Ed. – Recife: **EDUFRPE**, 2021, 259 p.

PASHTE, V.V.; PASHTE, S.V.; SAID, P.P. Nutraceutical properties of natural honey to fight health issues: A comprehensive review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, 2020. DOI: 10.22271/phyto.2020.v9.i5d.12220 . ISSN: 0031-949X

REFOSCO, Eduarda Kaczuk et al. Compostos fenólicos na alimentação e seus benefícios para a saúde: uma revisão de literatura. *Ciência Atual*–**Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José**, v. 13, n. 1, 2019.

Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Instrução Normativa N° 11, de 20 de Outubro de 2000.

RODRIGUES, Fabiana Passos. Desenvolvimento e avaliação de formulações de chá fermentado (kombucha). **Revista Científica UMC**, v. 3, n. 3, 2018.

SANTOS, F.K.G.; DANTAS FILHO, A.N.; LEITE, R.H.L.; AROUCHA, E.M.M.; SANTOS, A.G.; OLIVEIRA, T.A. Rheological and some physicochemical characteristics of

selected floral honeys from plants of caatinga. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, v. 86, n.2, 2014. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130064>

SILVA, Maria Gabriela Costa da et al. Análise das propriedades físico-químicas de amostras de mel comercializado em feiras livres do município de Assis Chateaubriand, PR. **Higiene Alimentar**, v. 32, n. 278/279, p. 68-73, 2018.

STEINKRAUS, K.H.; SHAPIRO, K.B.; HOTCHKISS, J.H.; MORTLOCK, R.P. Examinations on antibiotic activity of tea fungus/Kombucha beverage. **Acta Biotechnology**, v16, p. 199-205, 1996.

TROITINO C. Kombucha 101: demystifying the past, present and future of the fermented tea drink. (2018). Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/christinatroitino/2017/02/01/kombucha-101-demystifying-the-past-present-and-future-of-the-fermented-tea-drink/#261ea4684ae2>.

VENTURINI, Katiani Silva; SARCINELLI, Miryelle Freire; SILVA, LC da. Características do mel. **Boletim Técnico da Universidade Federal do Espírito Santo–UFES**, 2007.

VOHRA, Batul Moiz et al. Effects of medium variation and fermentation time on the antioxidant and antimicrobial properties of Kombucha. **Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences**, v. 15, n. 2-1, p. 298-302, 2019.

**DESENVOLVIMENTO DE HAMBÚRGUER VEGETAL DE  
FEIJÃO GUANDU (Cajanus Cajan)**

**DESARROLLO DE HAMBURGUESA VEGETAL DE  
FRIJOLES GUANDU (Cajanus Cajan)**

**DEVELOPMENT OF VEGETABLE BURGER FROM  
PIGEONPEA (Cajanus Cajan)**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.470-486>

**Nadjaneide dos Santos Guerra**

Zootecnia, UFRPE-UAST, [nadjaneidesantos@gmail.com](mailto:nadjaneidesantos@gmail.com)

**Daiana Oliveira Pereira**

Zootecnia, UFRPE-UAST, [daylirow25@gmail.com](mailto:daylirow25@gmail.com)

**Marciana Regina de Menezes**

Zootecnia, UFRPE-UAST, [marcianamnz@hotmail.com](mailto:marcianamnz@hotmail.com)

**Anderson Rodrigues Oliveira**

Zootecnia, UFRPE-UAST, [anderson.mcalisterdome@gmail.com](mailto:anderson.mcalisterdome@gmail.com)

**Keyla Laura de Lira dos Santos**

Doutora em Zootecnia, UFRPE-UAST, [keyla.santos@ufrpe.br](mailto:keyla.santos@ufrpe.br)

## Resumo

O feijão guandu é uma planta originária da Índia, mas comum na região do Nordeste brasileiro. Suas sementes apresentam elevado valor nutritivo, podendo ser utilizada na alimentação humana e elaboração de diferentes produtos alimentícios. Objetivou-se desenvolver um produto tipo hambúrguer de feijão guandu. Os hambúrgueres foram elaborados na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, utilizando os seguintes ingredientes: feijão guandu, carne bovina moída, amido de milho, farinha de aveia, ovo líquido, cebola ralada, pasta de alho, chia, tempero comercial e sal. Foram desenvolvidas três preparações de hambúrgueres contendo 100%, 78% e 52% de feijão guandu e armazenados em freezer a -18 °C para posterior análises do percentual de perda de água durante a cocção, rendimento, índice de aceitação do produto e custo da preparação. A avaliação da aceitação do produto foi realizada com um público não treinado, de 60 provadores voluntários, utilizando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos. Os dados foram tabulados e submetidos a análise descritiva, de variância e teste de média ao nível de significância de 5%, utilizando o software estatístico SAS. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para das formulações de hambúrgueres para perda de peso por cocção e conseqüentemente para o percentual de rendimento. Os resultados do índice de aceitação demonstraram que há viabilidade na formulação de hambúrguer de feijão guandu, sendo considerada mais saboroso o tratamento com 52% de guandu. Conclui-se que o produto tipo hamburguer elaborado com feijão guandu é uma alternativa de baixo custo para diversificar o consumo do feijão e reduzir o consumo de ultraprocessados.

**Palavras-chave:** desenvolvimento de produto, planted based, sociobiodiversidade.

## Resumen

El guandú es una planta originaria de la India, pero común en la región del Nordeste de Brasil. Sus semillas tienen un alto valor nutritivo y pueden ser utilizadas en la alimentación humana y en la elaboración de diferentes productos alimenticios. El objetivo era desarrollar un producto de hamburguesa de guandú. Las hamburguesas fueron preparadas en la Universidad Federal Rural de Pernambuco, Unidad Académica de Serra Talhada, utilizando los siguientes ingredientes: guandú, carne molida, fécula de maíz, harina de avena, huevo líquido, cebolla rallada, pasta de ajo, chía, condimentos comerciales y sal. Se desarrollaron tres preparaciones de hamburguesas que contenían 100%, 78% y 52% de guandú y se almacenaron en un congelador a -18 °C para su posterior análisis del porcentaje de pérdida de agua durante la cocción, rendimiento, índice de aceptación del producto y costo de preparación. La evaluación de la aceptación del producto se realizó con un público no capacitado de 60 catadores voluntarios, utilizando una escala hedónica estructurada de 9 puntos. Los datos fueron tabulados y sometidos a análisis descriptivo, análisis de varianza y prueba de medias a un nivel de significación del 5%, utilizando el software estadístico SAS. No hubo efecto ( $P > 0.05$ ) para las formulaciones de hamburguesas para la pérdida de peso por cocción y conseqüentemente para el porcentaje de rendimiento. Los resultados del índice de aceptación demostraron que existe viabilidad en la formulación de hamburguesa de guandú, considerándose más sabroso el tratamiento con 52% de guandú. Se concluye que el producto hamburguesa elaborado con guandú es una alternativa de bajo costo para diversificar el consumo de frijol y reducir el



consumo de productos ultraprocesados.

**Palabras clave:** desarrollo de productos, a base de plantas, sociobiodiversidad.

## Abstract

Pigeonpea is a plant originally from India, but common in the Brazilian Northeast region. Its seeds have a high nutritional value and can be used in human food and in the preparation of different food products. The objective was to develop a pigeon pea hamburger product. The hamburgers were prepared at the Federal Rural University of Pernambuco, Academic Unit of Serra Talhada, using the following ingredients: pigeon peas, ground beef, corn starch, oat flour, liquid egg, grated onion, garlic paste, chia, seasoning commercial and salt. Three hamburger preparations containing 100%, 78% and 52% pigeonpea were developed and stored in a freezer at -18 °C for further analysis of the percentage of water loss during cooking, yield, product acceptance index and cost of preparation. The evaluation of product acceptance was carried out with an untrained public of 60 volunteer tasters, using a structured 9-point hedonic scale. Data were tabulated and submitted to descriptive analysis, analysis of variance and mean test at a significance level of 5%, using the SAS statistical software. There was no effect ( $P>0.05$ ) for the hamburger formulations for weight loss by cooking and consequently for the yield percentage. The results of the acceptance index demonstrated that there is viability in the pigeonpea hamburger formulation, with the treatment with 52% pigeonpea being considered tastier. It is concluded that the hamburger product made with pigeon pea is a low-cost alternative to diversify the consumption of beans and reduce the consumption of ultra-processed products.

**Keywords:** product development, plant based, sociobiodiversity

## Introdução

O feijão guandu (*Cajanus cajan*) é uma espécie originária da Índia, mas devido sua habilidade em produzir em regiões com déficit hídrico, tornou-se uma importante cultura para a agricultura de sequeiro em regiões do semiárido brasileiro (GUEDES et al., 2019).

O guandu apresenta múltiplos usos, pode ser utilizada na alimentação humana, como forragem, ração para animais e proporciona melhorias no solo, graças ao seu sistema radicular profundo que protege contra erosão e permite a fixação biológica de nitrogênio por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (VINHOLIS et al., 2019; CARELLOS, 2013; KUMAR, 2017).

Embora o cultivo de feijão guandu na região Nordeste seja antigo, ainda é pouco explorado comercialmente para a produção de grãos, com produção voltada para o autoconsumo, principalmente entre agricultores familiares e agroecológicos na forma de grãos verdes (VINHOLIS et al., 2019, SÁ et al., 2018).

É possível agregar valor ao feijão guandu destinando parte da produção para elaboração de produtos alimentícios. Segundo Mathew et al. (2015), as sementes do feijão guandu apresentam alto valor nutritivo, são ricas em proteínas, fibras, minerais como cálcio, fósforo, magnésio, ferro, enxofre, potássio e vitaminas como a tiamina, riboflavina, niacina e vitamina A. Possuindo, cinco vezes mais vitamina A e três vezes mais vitamina C do que grãos de cereais, além de fornecer renda para pequenos produtores.

Conforme Bernardi (2019), os grãos da família das leguminosas desempenham importante papel na dieta da maioria da população, porém o seu consumo é pouco diversificado. Estimular o consumo de preparações com esse feijão é uma forma de contribuir para a diversidade biológica e incentivar a produção dos pequenos agricultores e comunidades locais, além de diversificar os alimentos da dieta e diminuir o consumo de ultraprocessados.

Dentre os produtos industrializados não embutidos, o hambúrguer tem sido um dos alimentos cárneos mais consumidos no mundo, pois ele possui nutrientes que saciam rapidamente a fome e é de rápido preparo. Entretanto, mesmo bastante consumido, ainda pode ser considerado um alimento rico em gorduras, que pode afetar de forma negativa a saúde dos consumidores, por isso a indústria de alimentos vem buscando maneiras de enriquecer esse produto através de ingredientes naturais (FERREIRA, 2019).

A procura por fontes proteicas de origem vegetal, alternativa a proteína de origem animal vem crescendo no Brasil e no Mundo. Nesse sentido, o feijão guandu por ser uma rica fonte de proteínas e fibra pode ser utilizado com alternativa para atender a demanda desses consumidores que buscam por alimentos saudáveis e com um baixo custo (NAVARRO et al., 2014), além de contribuir com a sociobiodiversidade. Assim, objetivou-se elaborar um produto tipo hambúrguer de feijão guandu.

## Referencial teórico

O plantio de feijão guandu ocupa atualmente 4,74 milhões hectares no mundo, somente na Índia são 3,8 milhões de hectares plantados e 82% do plantio no mundo. A África é o segundo maior produtor de guandu depois da Índia. O guandu apresenta

grande variabilidade genética, podendo ser encontrado em 82 países, dentre eles o Brasil, conforme dados do ICRISAT- Institute for the Semi Arid Tropics (ICRISAT, 2021).

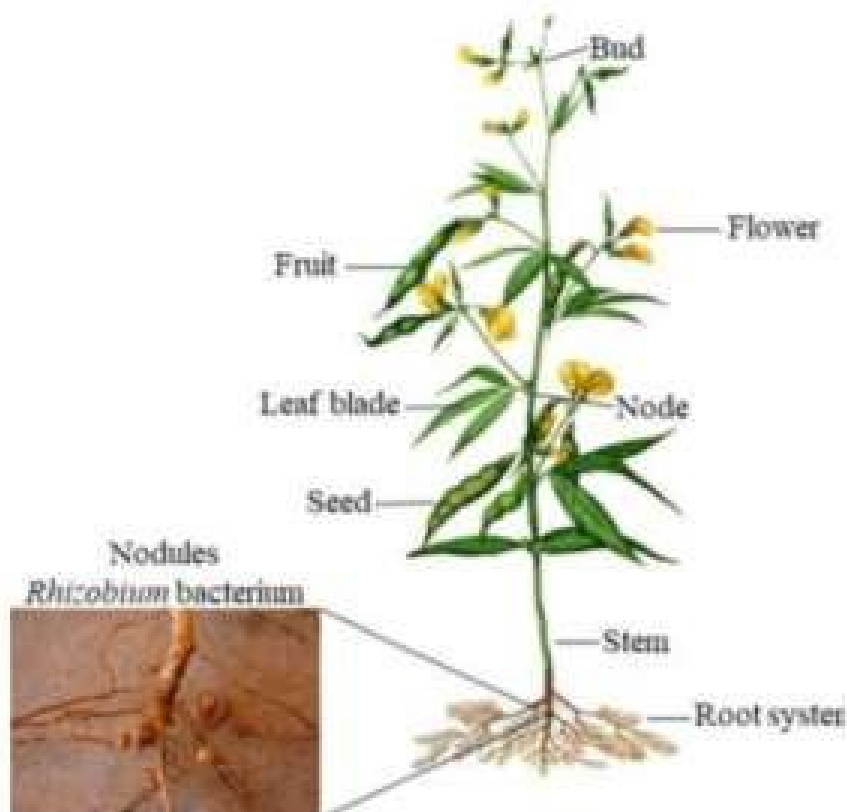
No ICRISAT estão catalogados 13.771 acessos de feijão guandu coletados em mais de 74 países. Aqui no Brasil, a Embrapa dispõe de importante banco de germoplasma e é o principal centro de pesquisa da planta. Seu plantio vem crescendo no mundo, desde 1980 esse crescimento foi de 300%. Sendo a segunda leguminosa que teve seu genoma codificado. A análise do genoma identificou mais de 48.000 genes, incluindo vários deles como exclusivos da cultura e que estão intimamente associados à tolerância à seca (ICRISAT, 2021)

### **Características botânicas e agronômicas do feijão guandu**

O feijão guandu tem origem indiana, pertence a subtribo Cajaninae, tribo Phaseoleae, subfamília Papilionoideae, família Leguminosae e espécie *Cajanus cajan* (KUMAR, 2017). Trata-se de uma planta arbustiva, de ciclo anual ou semiperene, a depender de sua variedade, podendo atingir de 1 a 4 m de altura, com tempo de produção que varia de 90 a 180 dias, apresenta caule lenhoso e raiz pivotante que penetra em um ou mais metros no solo, com raízes secundárias que apresentam nódulos com bactérias do tipo *Rhizobium*, elas fazem a fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico que favorece a formação de proteínas pela planta (CARELLOS, 2013). Estas características tornam o cultivo indicado para região semiárida nordestina.

Suas folhas são trifoliadas, com folíolos lanceolados ou elípticos e as flores são papilionáceas de cor amareladas, alaranjadas, avermelhada ou mescla dessas três cores. Suas vagens ao término de enchimento são de forma oblonga, apresenta cor verde, podendo apresentar também cor marrom ou mesclada. As sementes atingem maturação em vagens indeiscentes, em número variável de 3 a 7 sementes, quando estão imaturas elas apresentam cor verde e quando estão maduras apresentam cores que podem ser desde o branco ao amarelo (Figura 1), podendo também apresentar outras cores como o castanho, marrom, preto ou mesclado (CARELLOS, 2013).

**Figura 1:** Características botânicas do feijão guandu.



**Fonte:** Pinheiro, et al. (2021).

Há uma grande variedade de guandu existente, e uma grande variação de porte, hábito de crescimento, características das sementes e resposta a fotoperíodo (CARELLOS, 2013). Merecem destaques duas variedades de guandu desenvolvidas pela Embrapa Semiárido apropriadas para a região semiárida nordestina, o guandu Taipeiro, voltado para produção de forragem e o guandu Petrolina, granífero.

O guandu Petrolina é uma variedade do tipo anão, altura média de 64 cm, com crescimento determinado pelo comprimento do dia, com vagens em cachos no final dos ramos, o que facilita a sua colheita manual. A cor externa das pétalas é roxa, e as pétalas internas de cor amarela. A vagem apresenta 6,2 cm de comprimento, bastante superior ao comprimento da vagem do material cultivado pelos agricultores nordestinos, possuindo, em média, cinco sementes de cor branca (SANTOS et al., 2001).

A maturação dos grãos ocorre, em média, aos 100 dias após a semeadura, podendo ser realizada a colheita. A produtividade média de grãos é de 555 kg/ha, atingindo em ano de maior precipitação 910 kg/ha (ARAÚJO et al., 2007). Ainda há poucas opções de variedades graníferas ou mistas disponíveis para o produtor, pois

em estresse hídrico a maioria das culturas não produz ou não sobrevive e devido a região semiárida ter poucas chuvas ou irregulares ocorre bastante perdas da produção (ANGELOTTI et al., 2009).

De acordo com Santos, et al. (2001), no Estado do Pernambuco o guandu é mais cultivado em áreas de altitude elevada, como Triunfo e Moreilândia, o que está de acordo com Sá et al. (2018), em levantamento realizado com produtores de Triunfo e Santa Cruz da baixa Verde. Entre as variedades de feijão guandu plantadas nestas cidades, há preferência por variedades locais, como o guandu ligeiro e o POJ (custoso), sendo que alguns produtores cultivam as duas variedades, a escolha da variedade depende da localidade do produtor, das condições climáticas e do solo no período de cultivo do feijão.

Seu plantio deve ser realizado após a ocorrência das primeiras chuvas (meados janeiro/ fevereiro), em cultivo isolado ou consorciado, com espaçamento de cerca de 1 metro por planta e 0,5 entre plantas, a maturação dos grãos ocorre nos meses de agosto a outubro, os grãos podem ser colhidos, verdes ou secos, dependendo das condições climáticas durante o ano. O guandu pode chegar a produzir de 500 a 1.500 kg/ha de grãos (SANTOS et al., 2001; SÁ et al., 2018).

### **Características nutricionais das sementes**

Os grãos do feijão guandu apresentam valores nutricionais semelhantes aos das outras leguminosas, sendo que suas proteínas apresentam alta concentração de lisina disponível e são limitadas em metionina, com perfil de aminoácido semelhante ao do feijão comum (CANNIATTI-BRAZACA et al., 2009). Sendo ideal a sua combinação com arroz, pois ele é rico em metionina, resultando em proteínas de melhor qualidade nutricional atendendo as necessidades de aminoácidos dos indivíduos (NAVES, 2007). Os teores médios encontrados no guandu são 23,11% proteína, 1,34% de extrato etéreo, 9,46% de açúcar solúvel e 16,77% de polissacarídeos (TEIXEIRA, 1985). Permitindo seu uso em complementação as proteínas de cereais, com resultados biológicos próximos aos da proteína de origem animal (CANNIATTI-BRAZACA et al., 2009).

O guandu possui elevados teores de minerais (cálcio, ferro, magnésio e fósforo), essas características evidenciam o potencial de exploração comercial do

feijão guandu para o consumo humano (VINHOLIS, et al., 2019). No entanto, também apresentam fatores antinutricionais como, o ácido fítico, ácido oxálico, polifenóis e fibras que interferem no aproveitamento dos minerais pelo organismo, diminuindo a biodisponibilidade dos mesmos (HIGASHIJIMA et al., 2020). Devido sua composição química, a utilização do feijão guandu pode ser diversificada, com uso na alimentação humana na forma de grãos e na indústria de alimentos, no desenvolvimento de novos produtos.

### Uso culinário

O feijão guandu na alimentação humana pode ser consumido de diversas formas como as vagens, grãos verdes, grãos maduros, farinha de grãos e grãos e conserva (VINHOLIS et al., 2019). Na culinária nordestina é utilizado no preparo de várias receitas como baião de dois, arrumadinho, guandu ao forno e sua forma tradicional que é cozido e que pode ser servido acompanhado por outros pratos ou não, os grãos verdes são bastante utilizados no preparo de saladas, tortas e farofas e até como café (ARAÚJO et al., 2007).

Casagrandi et al. (1999) avaliaram os aspectos tecnológico, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo e farinha de feijão guandu. Foram testadas quatro formulações de macarrão, sendo uma de trigo puro e três de misturas desta farinha com farinha de feijão guandu a 5, 10 e 15% e submetidos a um painel de 12 provadores para serem avaliadas. No entanto, os resultados obtidos na análise sensorial revelaram que o macarrão elaborado com 5% foi o mais aceito, e do ponto de vista nutricional o macarrão com adição de 5% de feijão guandu pode ser fabricado e consumido. Outro trabalho que também utilizou a farinha de guandu foi desenvolvido por Castilho et al. (2010), que avaliou algumas propriedades funcionais das farinhas de tremoço e feijão guandu e sua utilização na produção de Fiambre, a partir da aplicação das farinhas na formulação do produto. Porém, os fiambres elaborados a partir da farinha de feijão guandu não tiveram índice de aceitação satisfatório, o que indica a necessidade de estudos futuros para melhorar os parâmetros sensoriais e a aceitação do produto.

A aceitação de um produto é de grande relevância, sendo o sabor o principal fator a ser considerado pelo consumidor. Assim, embora o guandu presente

características tecnológicas favoráveis, de nada adiantará se este não for saboroso e não tiver a aceitação do consumidor.

### **Padrão de identidade e qualidade do hambúrguer**

O hambúrguer tem sido um dos alimentos cárneos mais consumidos no mundo, pois ele possui nutrientes que saciam rapidamente a fome, sua praticidade de rápido preparo devido à rotina cada vez mais corrida e a busca por um preço baixo (FERREIRA, 2019; MOREIRA JÚNIOR, 2016).

Segundo a Norma Técnica do Padrão de Identidade e Qualidade de Hambúrguer, IN nº 20/2000 do MAPA, o hambúrguer é definido como um produto cárneo industrializado, obtido da carne moída de animais, podendo ser adicionado ou não tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico e adequado, de acordo com sua classificação trata-se de um produto cru, semifrio, cozido, congelado ou apenas resfriado, onde sua textura, cor, odor e sabor devem ser característicos (BRASIL, 2000).

O consumo crescente de produtos industrializados nos últimos anos e os riscos associados ao seu consumo têm tornado esses consumidores cada vez mais exigentes por produtos saudáveis e de qualidade nutricional (FERREIRA, 2019). Sendo necessária, uma legislação que garanta o padrão de identidade e qualidades do hambúrguer de origem vegetal.

### **Metodologia**

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, no período de 10 a 13 de setembro de 2022. A pesquisa é do tipo qualitativa /quantitativa e teve como objetivo desenvolver um produto tipo hambúrguer elaborado com feijão guandu.

Os hambúrgueres foram elaborados utilizando os seguintes ingredientes: feijão guandu, carne bovina moída, amido de milho, farinha de aveia, ovo líquido, cebola ralada, pasta de alho, chia, tempero comercial e sal, conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Formulações de hambúrguer de feijão guandu.

Ingredientes	100% guandu	78% guandu	52% guandu
Feijão	89,05	77,84	51,89
Carne bovina	-	11,21	37,16
Amido	2,18	2,18	2,18
Farinha de aveia	2,18	2,18	2,18
Ovo líquido	4,46	4,46	4,46
Cebola ralada	0,93	0,93	0,93
Pasta de alho	0,42	0,42	0,42
Chia	0,42	0,42	0,42
Tempero	0,21	0,21	0,21
Sal	0,16	0,16	0,16
Total	100,00	100,00	100,00

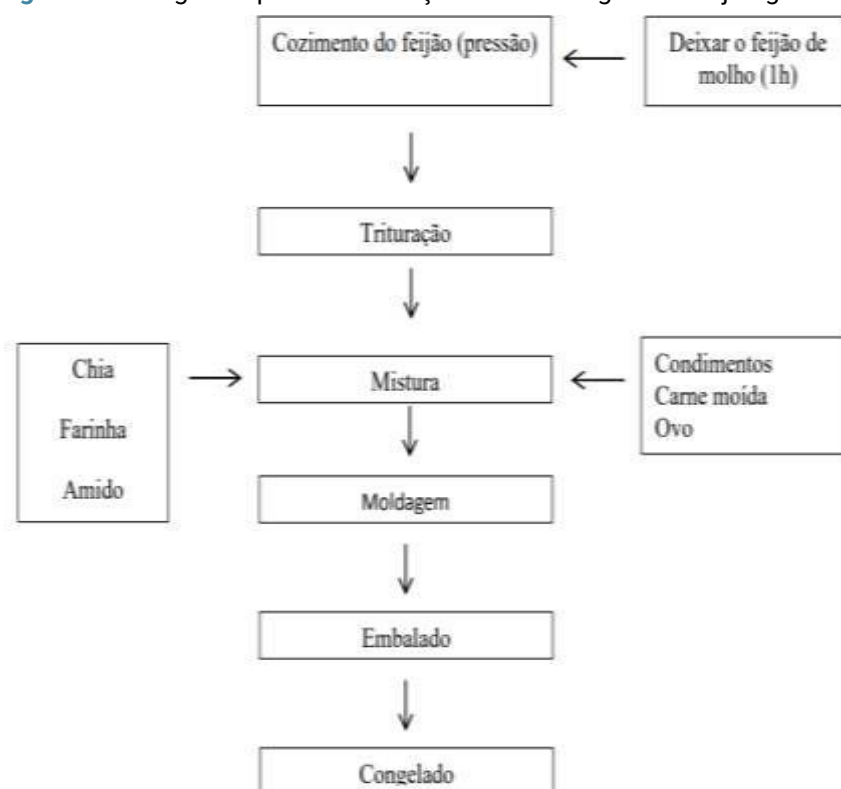
Fonte: própria (2023).

Todos os ingredientes foram adquiridos no comércio local de Serra Talhada. O feijão guandu variedade custoso (cultivar local, do município de Triunfo), foi obtido na feira agroecológica, na forma de grãos verdes, que posteriormente foram cozidos e triturados. A carne bovina, capa de filé, foi moída passando por discos de 8 mm, sendo adquirida previamente moída. A pasta de alho foi obtida passando-se no processador o alho com óleo até virar uma pasta. Para o preparo dos hambúrgueres todos os ingredientes foram pesados em balança semianalítica.

No tratamento 100% feijão guandu, foi adicionado ao feijão cozido e triturado, o sal, ovo, a cebola ralada, a pasta de alho, a chia, o amido de milho e farinha de aveia, menos a carne moída, para obter o hambúrguer só de feijão. No tratamento 78% e 52% feijão guandu foram adicionados 11,21 % e 37,16% respectivamente de carne bovina moída aos demais ingredientes, misturando tudo até obter uma massa homogênea, por 5 a 10 minutos. Após o preparo, foram pesadas amostras de 100 g dos hambúrgueres, moldados, acondicionados em sacos plásticos e congelados, conforme fluxograma (Figura, 2).



**Figura 2:** Fluxograma para a fabricação de hambúrguer de feijão guandu.



Fonte: própria (2022).

Os hambúrgueres foram armazenados em freezer a - 18 °C para a realização das análises de rendimento, perda por cocção, pH e custo do produto com base nos insumos utilizados (Figura 3).

**Figura 3:** Hambúrguer com 100%, 78% e 52% de feijão guandu.



Fonte: própria (2022).

O percentual de rendimento e perda por cocção dos hambúrgueres foram calculados pela diferença entre o peso da amostra crua e da cozida. A análise foi feita em duplicata. Os hambúrgueres foram cozidos em frigideira antiaderente, untada com

óleo de soja, o cozimento do feijão foi cronometrado em 2 minutos de cada lado, até atingir a temperatura no seu centro geométrico de 71°C. A temperatura foi mensurada utilizando um termômetro de infravermelho (Scan temp), Incoterm® modelo ST400, próprio para uso culinário, pois não necessita de contato com o alimento, evitando sua contaminação.

Sendo:

$$\text{Perda por cocção} = \text{Peso da amostra crua} - \text{Peso da amostra cozida}$$

$$\% \text{ Rendimento} = \frac{\text{Peso da amostra cozida}}{\text{Peso da amostra crua}} \times 100$$

O rendimento de cocção é um parâmetro importante a ser analisado em hambúrgueres, uma vez que, quanto maior for este valor, maior será a redução de custos na produção (HAUTRIVE, 2008). O percentual de encolhimento foi obtido pela diferença entre o diâmetro da amostra crua e da cozida, a análise foi feita em duplicata. Mediu-se o diâmetro em três pontos dos hambúrgueres ainda crus e depois que foram cozidos. Os diâmetros foram medidos com o auxílio de uma régua, previamente higienizada.

A redução de diâmetro foi determinada pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ encolhimento} = \frac{(\text{Diâmetro da amostra crua} - \text{diâmetro da amostra cozida}) \times 100}{\text{Diâmetro da amostra crua}}$$

O desejável é que haja o menor encolhimento possível durante a cocção, para manter o volume e o formato em tamanhos característicos dos hambúrgueres (COSTA, 2004).

Para determinação do pH, as amostras de hambúrgueres foram descongeladas, trituradas em processador, acondicionadas em potes plásticos e armazenadas em geladeira.

Foram pesadas 10 g da amostra em um béquer e adicionado com o auxílio de uma proveta 100 mL de água destilada, agitando-se o conteúdo até que as partículas ficassem uniformemente suspensas. Realizou-se a medição com pHmetro digital, segundo as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008).

A aceitabilidade do produto foi realizada com um público não treinado, de 60 provadores voluntários, entre funcionários, professores e alunos de graduação e pós-graduação de diferentes áreas de estudo da Universidade Federal Rural de

Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, após a aprovação do comitê de ética (CEP) para sua realização (CAAE: 58224422.1.0000.9547).

Para o Índice de Aceitabilidade (IA) utilizou-se a fórmula (NAGAGATA et al., 2020): IA (%) = nota média obtida para o produto x 100 / nota máxima dada ao produto. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de significância 5%, utilizando o software estatístico SAS (SAS, 2001).

## Resultados e discussão

Não houve diferença significativa entre as amostras de hambúrgueres para perda de peso por cocção e conseqüentemente para o percentual de rendimento. No entanto, houve efeito para o percentual de encolhimento e pH nas formulações de hambúrgueres avaliados (Tabela 2).

**Tabela 2:** Rendimento, encolhimento, perda por cocção e pH das amostras de hambúrgueres de feijão guandu.

Parâmetros	Hambúrgueres			CV (%)
	100% Guandu	78% Guandu	52% Guandu	
Perda de peso por cocção	14,17a	11,13a	13,75a	16,76
% rendimento	85,18a	88,90a	85,53a	2,15
% encolhimento	5,56ab	3,55b	7,99a	12,21
pH	6,75a	6,52b	6,32c	0,22

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

Fonte: própria (2022).

O hambúrguer com 52% guandu apresentou maior percentual de encolhimento e a maior quantidade de carne bovina moída pode ter influenciado nesse resultado. Quando comparado com o hambúrguer 100% guandu estes também apresentaram maior percentual de encolhimento do que as amostras com continham 78% guandu.

As fibras vegetais presente nos hambúrgueres podem ter melhorado o rendimento e diminuindo as perdas por cocção. Segundo Paula et al. (2019), as fibras alimentares no cozimento, aumenta a capacidade de retenção de água, reduz o custo da formulação e ainda agrega características funcionais ao alimento.

Em relação ao percentual de encolhimento, este parâmetro apresenta grande variabilidade de resultado. Sendo o encolhimento provocado pela desnaturação de proteínas durante o processo de cozimento e pela evaporação e fusão das gorduras da carne (ULU, 2006, citado por INÔ et al., 2020).

O pH estava acima do encontrado para a carne bovina, havendo diferença significativa entre eles, com valores de 6,75, 6,52 e 6,32, respectivamente para as amostras de hambúrguer com 100%, 78% e 52 % guandu. Inô et al. (2020) observaram que o valor do pH aumentou ligeiramente nos tratamentos, com maior percentual de farinha de aveia.

Lima Júnior et al. (2013) avaliaram a elaboração de hambúrguer vegetal de fibra de caju (29,3%) e feijão-caupi (29,3%) e obtiveram pH de 5,77. Já Moro et al (2021) encontraram pH de 6,18 para formulação de hambúrguer com 100% grão de bico. O elevado pH pode favorecer ação de microrganismos deteriorantes, sendo importante garantir as práticas higiênicas- sanitárias durante a elaboração, manuseio e armazenamento do produto.

Os hambúrgueres com 52% e 78% de feijão guandu obtiveram índice acima de 70% para os atributos: aparência geral, cor, aroma, textura e consistência. No entanto, para o sabor, os provadores preferiram a amostra com 52% feijão, os demais tratamentos apresentaram índice inferior ao recomendado (Tabela 3).

**Tabela 3:** Índice de Aceitabilidade das formulações elaboradas.

Índice de aceitação	Hambúrgueres		
	100% Guandu	78% Guandu	52% Guandu
Aparência Geral	76,2	78,7	85,0
Cor	73,6	75,3	82,4
Aroma	89,3	82,0	87,6
Textura	71,4	72,1	84,0
Sabor	64,7	67,3	88,4
Consistência	70,3	71,2	81,8

Fonte: própria (2022).

O teor de sal utilizado nas formulações pode ter contribuído para menor aceitação do sabor. Além disso, em um levantamento realizado por SÁ et al. (2018), com agricultores familiares no Sertão de Pernambuco, verificaram dificuldades na comercialização do feijão guandu, devido ao seu sabor/gosto amargo. Assim, o maior sabor residual de feijão pode ter influenciado na avaliação do produto.

As preparações dos hambúrgueres de feijão guandu foram de baixo custo, com valores de R\$ 1,14, 1,44 e 2,12 respectivamente para as formulações com 100%, 78% e 52% de feijão guandu (Tabela 4). Bernardi (2019) elaborou preparações culinárias com feijão olho-de-cabra (*Phaseolus lunatus* L.), no Estado do Rio Grande do Sul e os custos com os insumos para porção de 100g de hambúrguer foi R\$ 1,99.

**Tabela 4:** Custo estimado das preparações elaboradas com o feijão guandu.

Quantidade		Hambúrguer		
		100% guandu	78% guandu	52% guandu
Custo Total	1,0 Kg	9,10	11,48	16,98
Custo da porção/ hambúrguer	8,0	1,14	1,44	2,12

Fonte: própria (2023).

Por serem acessíveis, estas formulações podem ser facilmente preparadas e utilizadas como lanche na alimentação escolar, em casa para consumo próprio e até restaurantes, substituindo alimentos ultraprocessados e contribuindo para uma alimentação mais saudável (BERNADI, 2019).

## Conclusões

As formulações do hambúrguer de feijão guandu apresentaram bom rendimento e aceitação por prováveis consumidores. No entanto, recomenda-se ajustar as formulações de hambúrgueres com 100% e 78% de feijão guandu a fim de melhorar o sabor. O produto tipo hambúrguer elaborado com feijão guandu é uma alternativa de baixo custo para diversificar o consumo do feijão e reduzir o consumo de ultraprocessados.

## Referências

ANGELOTTI, F.; SIGNOR, D.; GIONGO, V. **Mudanças climáticas e o semiárido brasileiro: o papel da Embrapa Semiárido e suas ações de pesquisa.** Embrapa Semiárido, Documentos (INFOTECA-E), 2009.28p.

ARAÚJO, F. P.; MENEZES, E. A.; SANTOS, C. A. F. **Guandu Petrolina: uma boa opção para sua alimentação.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007.19p.

BRASIL, 2000. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Instrução Normativa nº 20. (DOU de 31/7/2000) Anexo IV. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer.

BERNARDI, M. F. **Preparações culinárias com feijão olho-de-cabra (*Phaseolus lunatus* L.)** Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Curso de Nutrição, Porto Alegre, BR-RS, 2019, 47 f.

CARELLOS; D.C. **Avaliação de cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) para produção de forragem no período seco, em São João Evangelista-MG.** 135 f. Tese de Doutorado (Pós-graduação em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa;

2013, 135f.

CASAGRANDE, et al. Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão guandu. **Revista de Nutrição**, v. 12, p. 137- 143, 1999.

CASTILHO, F; FONTANARI, G. G; BATISTUTI, J, P. Avaliação de algumas propriedades funcionais das farinhas de tremçoço doce (*Lupinus albus*) e feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp) e sua utilização na produção de fiambre. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 68- 75, 2010.

GUEDES, et al. **Guandu para produção de forragem e de grãos no Semiárido cearense**. Embrapa Caprinos e Ovinos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2019.14p.

HAUTRIVE, et al. Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 95-101, 2008.

HIGASHIJIMA, Neide Setsuco et al. Fatores antinutricionais na alimentação humana. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 27, p. e020013-e020013, 2020.

ICRISAT, 2021. <<http://exploreit.icrisat.org/profile/Pigeonpea/279>> Acesso em: 10 nov. 2021.

Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Edição IV, 2008. p. 1000. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>.

INÔ, M.M.O.; OLIVEIRA, A.M.; KUNZ, V.R.;ALMEIDA, L.F.S.;LIMA, I.A. Características tecnológicas e e sensoriais de hambúrgueres elaborados com farinha de aveia como substituto parcial de gordura. In: **Congresso Internacional da Agroindústria**, CIAGRO, 2020.

KUMAR, et al. Botanical description of pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]. In: The Pigeonpea Genome. **Springer**, 2017. p. 17-29.

LIMA, J.R; MODESTO, A.L.G.; GARRUTI, D.S., et al. **Elaboração de Hambúrguer Vegetal de Fibra de Caju e Feijão-Caupi**, Comunicado técnico: 203, Embrapa; 2013.

MATHEW, et al. Studies on protein composition of pigeon pea [*Cajanus Cajan* (L.) Millspaugh] treated with sodium azide and gamma radiation. **Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 10, n. 1, p. 01-04, 2015.

NAGAGATA, BA, CARVALHO, CF, SANTOS, LP, SANTANA, I, FREITAS, SML & Guimarães, RR. (2020). Development of vegan burgers: a study with consumers and market research. **Research, Society and Development**, 9(7): 1-5, e622974542.

NAVARRO, et al. El guandul (*Cajanus cajan*) una alternativa en la industria de los alimentos. **Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial**, v. 12, n. 2, p. 203- 212, 2014.

NAVES, et al. **Características químicas e nutricionais do arroz**. Boletim CEPPA, v. 25, n. 1, p. 51-60, 2007.

PAULA, M. M. D.O. et al. Technological and sensory characteristics of hamburgers added with chia seed as fat replacer. **Ciência Rural**, v. 49, n. 8, 2019.

PEREIRA, J. O **feijão guandu: uma opção para a agropecuária brasileira**. Embrapa:CPAC, 1985. 27p. (Circular Técnica nº 20).

PINHEIRO, Antonio Gebson et al. Lacunas de produtividades e estratégias de cultivo na melhoria da produção de forragem para a região semiárida brasileira-Revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 04, p. 2403-2426, 2021.

SÁ, M. S.; MORAIS, W. A.; GUERRA, N. S.; SANTOS, K. L. L. **Produção e Comercialização de Feijão Guandu (*Cajanus Cajan*) por Agricultores Familiares no Sertão de Pernambuco**, Congresso Internacional das Ciências Agrárias (COINTER), 11 p., 2018.

SANTOS, et al. **Guandu Petrolina**. Embrapa Semiárido-Comunicado Técnico (INFOTECA- E), 2001.2p.

STATISTICAL ANALYSES SISTEM INSTITUTE, Inc 2001. SAS user's guide: Statics Version, 2001.SAS, Cary, N. C.

TEIXEIRA, et al. Composição química de grãos de feijão guandu cultivar kaki. **Bragantia**, v. 44, p. 457-463, 1985.

ULU, H. Effects of carrageenam and guar on the coking and textural properties of low fat meatballs. **Food Chemistry**, v.95, n.4, p.600-605, 2006.

VINHOLIS, et al. **Estimativa de custo de produção de grão de feijão guandu**. Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2019.17p.

**ELABORAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA COM  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SORO E  
ESTABILIZANTE**

**PREPARACIÓN DE BEBIDA DE LECHE FERMENTADA  
CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SUERO Y  
ESTABILIZADOR**

**PREPARATION OF FERMENTED MILK BEVERAGE WITH  
DIFFERENT WHEY AND STABILIZER  
CONCENTRATIONS**

**DOI:** <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.487-505>

**Jessica dos Santos Souza**

Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, jessi20@academico.ufs.br

**Daniele Santos Neves**

Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, estudante10@academico.ufs.br

**Maria Layane dos Santos**

Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão,  
layanesantoslina932@academico.ufs.br

**Danilo Santos Souza**

Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão Curso, daniloss@academico.ufs.br

**Maycon Fagundes Teixeira Reis**

Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão Curso, mayconreis@academico.ufs.br



## Resumo

Bebida láctea é o produto desenvolvido a partir do coproduto gerado pela fabricação do queijo, o soro, produto esse que é fonte de nutrientes. Esse coproduto antes era jogado pelas indústrias de laticínios no meio ambiente sem nenhum tipo de tratamento, contaminando o mesmo, entretanto com o surgimento da bebida láctea, o soro passou a ser um produto de valor comercial. O objetivo desse trabalho é desenvolver uma bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro e estabilizantes, através do Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) 2<sup>2</sup> com 11 ensaios. Essa bebida foi desenvolvida na Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, mais precisamente no laboratório 3. Para sua elaboração foi utilizado soro de leite, leite, açúcar, inóculo e estabilizante. Por meio de análises físico-químicas e microbiológica foi possível avaliar a qualidade do produto. O pH teve variações entre 3,73 e 4,0 nas 11 formulações e isso é explicado pela continuidade da fermentação mesmo depois da bebida pronta, já o SST que é medido em °Brix, também teve variações entre 10 e 11, valores que são semelhantes com outros resultados encontrado por outros autores. Os resultados para a análise microbiológica deram negativo para Salmonela e Listeria. A bebida láctea é uma forma de aproveitamento e agregação de valor ao coproduto soro, que antes não tinha função e agora pode ser reutilizado na elaboração de novos produtos, já que a mesma é feita por processamento simples, sendo assim uma possibilidade de as indústrias lácteas aproveitarem esse produto, aumentando sua renda e diminuindo a contaminação da natureza.

**Palavras-chave:** coproduto, reaproveitamento, inovação.

## Resumen

La bebida láctea es el producto elaborado a partir del coproducto generado por la elaboración del queso, el suero lácteo, producto que es fuente de nutrientes. Este coproducto anteriormente era arrojado por las industrias lácteas al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento, contaminándolo, sin embargo con el surgimiento de la bebida láctea, el suero se convirtió en un producto de valor comercial. El objetivo de este trabajo es desarrollar una bebida láctea fermentada con diferentes concentraciones de suero y estabilizantes, a través del Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) 2<sup>2</sup> con 11 ensayos. Esta bebida fue desarrollada en la Universidad Federal de Sergipe – Campus do Sertão, más precisamente en el laboratorio 3. Para su preparación se utilizaron suero, leche, azúcar, inóculo y estabilizador. Mediante análisis físico-químicos y microbiológicos se pudo evaluar la calidad del producto. El pH tuvo variaciones entre 3,73 y 4,0 en las 11 formulaciones y esto se explica por la continuidad de la fermentación aun después de lista la bebida, ya que el SST, que se mide en °Brix, también tuvo variaciones entre 10 y 11, valores que son similares a otros resultados encontrados por otros autores. Los resultados del análisis microbiológico fueron negativos para Salmonella y Listeria. La bebida láctea es una forma de aprovechar y agregar valor al coproducto de suero, que antes no tenía ninguna función y ahora puede ser reutilizado en el desarrollo de nuevos productos, ya que se elabora mediante un procesamiento simple, siendo así una posibilidad para la industria láctea. industrias a aprovechar este producto, aumentando sus ingresos y reduciendo la contaminación de la naturaleza.

**Palabras clave:** coproducto, reutilización, innovación.

## Abstract

Milk drink is the product developed from the co-product generated by the manufacture of cheese, whey, a product that is a source of nutrients. This co-product was previously thrown by the dairy industries into the environment without any kind of treatment, contaminating it, however with the emergence of the dairy drink, the whey became a product of commercial value. The objective of this work is to develop a fermented dairy beverage with different concentrations of whey and stabilizers, through the Rotational Central Composite Design (DCCR) 2<sup>2</sup> with 11 trials. This drink was developed at the Federal University of Sergipe – Campus do Sertão, more precisely in laboratory 3. Whey, milk, sugar, inoculum and stabilizer were used for its preparation. Through physical-chemical and microbiological analysis it was possible to evaluate the quality of the product. The pH had variations between 3.73 and 4.0 in the 11 formulations and this is explained by the continuity of fermentation even after the drink is ready, since the TSS, which is measured in °Brix, also had variations between 10 and 11, values that are similar to other results found by other authors. The results for the microbiological analysis were negative for Salmonella and Listeria. The dairy drink is a way of using and adding value to the whey co-product, which previously had no function and can now be reused in the development of new products, since it is made by simple processing, thus being a possibility for the dairy industries to take advantage of this product, increasing their income and reducing the contamination of nature.

**Keywords:** co-product, reuse, innovation.

## Introdução

A produção de bebidas lácteas começou a cerca de mais de 10.000 anos com a fabricação de leite fermentado (LEUCAS, 2012). Não sendo possível afirmar com precisão quando esse tipo de produto foi introduzido na alimentação humana, mas acredita-se que o primeiro produto fermentado seja o iogurte, tendo a sua descoberta acidentalmente em virtude da ação de microrganismos, mais precisamente as bactérias lácteas no leite há cerca de 10.000 anos A. C. (RECCHIA, 2014).

Uma dieta a base de bebidas lácteas traz benefícios à saúde de quem consome, resultante da ação das bactérias lácteas presente na bebida durante a fermentação, além dos nutrientes contidos no leite e soro essas bebidas atuam na microbiota intestinal (SILVA, 2016).

Bebida láctea, caracteriza-se pelo produto formado a partir da mistura do leite, seja ele pasteurizado, in natura, entre outros, com soro de leite, sendo necessário que a base láctea apresente 51% de massa da concentração da bebida. Já a bebida láctea fermentada é caracterizada pela ação dos microrganismos no leite durante a

fermentação, entretanto esse produto depois de fermentado não poderá sofrer nenhum tratamento térmico. Nesse produto não há a determinação do microrganismo, mas deve ter uma contagem de no mínimo 10<sup>6</sup> UFC/g ao final do produto acabado (BRASIL, 2005).

Na busca por alimentos mais saudáveis, com o intuito de diminuir doenças, setores alimentícios têm investido nas pesquisas e desenvolvimentos de alimentos funcionais que oferecem a capacidade de gerar atividades fisiológicas (BUSANELLO, 2014). Por isso, as indústrias de laticínios têm explorado bastante as culturas probióticas para o desenvolvimento de bebidas fermentadas, pois elas têm uma boa aceitação no mercado por serem alimentos com funcionais (RAMOS et al, 2013).

Segundo Busanello (2014, p.19) “Outras substâncias permitidas que podem ser adicionadas às bebidas lácteas fermentadas são os acidulantes, os aromatizantes, reguladores de acidez, estabilizantes, espessantes, emulsificantes, corantes e conservantes”. Bebidas lácteas fermentadas podem ser desenvolvidas com adição de polpas de frutas, frutas secas, soro de leite, ingredientes que colabora para qualidade, viscosidade e aroma do produto (BUSANELLO, 2014).

A produção de queijo gera o soro lácteo, um coproduto que por muitos anos era descartado de forma irregular na natureza. Entretanto, devido ao seu valor nutricional e funcional, o aproveitamento do soro lácteo pelas indústrias tem aumentado, com a fabricação de bebidas lácteas, podendo essa ter adição de frutas (PFRIMER, 2018).

## Referencial teórico

### Bebida láctea

Bebida láctea fermentada com adição do soro produzido do queijo, é o aproveitamento desse soro que seria jogado na natureza sem nenhum tratamento. E esse produto, ultimamente vem ganhando o mercado em razão do seu valor nutricional, pois possuem propriedades metabólicas atuando na microbiota intestinal e melhorando seu funcionamento (PAULA et al, 2020).

Essas bebidas têm semelhanças com o iogurte, pois apresentam alto poder de nutrição de acordo com os ingredientes presentes na sua composição. Sendo necessário durante o processamento desse produto, a pasteurização do soro e do leite, com objetivo de eliminar microrganismos patogênicos que possam estar nesses

produtos, outro fator importante é o pH final do produto que deve ser de 4,6. Essas bebidas têm como principais ingredientes, o soro, leite e bactérias lácteas (JESUS et al, 2021).

O Brasil teve um aumento de 42% na produção de bebidas lácteas fermentadas de 2007 a 2014 e isso se dá pelas funções nutricionais e também pelo seu valor acessível. Por ser produzido à base de leite, essa bebida é rica em proteína apresentando baixa viscosidade e suas características sensoriais variam conforme a composição da bebida (REINALDO, 2018).

A produção de bebidas lácteas é viável para as indústrias, pois além de aproveitar o soro e diminuir os problemas ambientais, aumenta a renda da empresa e também, pode-se aproveitar equipamentos disponíveis das indústrias que são utilizados para fabricação de outros produtos (CAIXETA, 2019)

Os consumidores têm procurado inovação e praticidade, além claro da saúde e com isso as indústrias investiram no desenvolvimento de produtos lácteos fermentados. No Brasil destacam-se a comercialização de bebidas não fermentadas e as fermentadas, formuladas com soro (MARQUES, 2012). A fermentação é produzida com leite fermentado ou adição de culturas específicas (MENDES et al, 2017).

## Leite

O leite e seus derivados exercem um papel importante para a economia do Brasil, sobretudo para os agricultores familiares, pois são responsáveis pela maior parte da produção leiteira no país, gerando emprego e renda (BATTISTI et al, 2013).

O Brasil é o terceiro ponto de leite no mundo, ficando atrás dos Estados Unidos e Índia. Em 1997, o Brasil produzia cerca de 18,7 bilhões de litros, já em 2014 alcançou uma produção de 35,124 bilhões de litros, um crescimento de 4% por ano (ROCHA, 2020).

Em Sergipe, a produção leiteira tem alta concentração no alto sertão, com destaque para Poço Redondo e Nossa Senhora da Glória, ficando aproximadamente com 30% da produção do estado. Em 2019, Sergipe produziu 347.645 mil Litros de leite, sendo Poço Redondo o maior produtor, representando 17% da produção, com 57.985 mil litros (OLIVEIRA, 2019). Sergipe é o sexto maior produtor de leite do Brasil,

ficando atrás apenas dos estados de Minas Gerais, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Alagoas e Paraná (MARIZ, 2021, ONLINE).

A produção de leite em Sergipe no 3º trimestre de 2021, foi de 6,9 bilhões de litros, redução de 5,1% em comparação com o 3º trimestre de 2020, porém teve um aumento de 6,4% em relação ao trimestre passado que foi de 5,80 bilhões de litros de leite (IBGE, 2021), como demonstra a seguir a tabela 1, as variações da produção leiteira em Sergipe nos anos de 2018 e 2019.

**Tabela 1:** Variação da produção de leite 2018- 2019 em Sergipe.

<b>Município</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>Variação</b>
Poço Redondo (SE)	57.409,00	57.985,00	1 %
Nossa Senhora da Glória (SE Porto da	57.409 ,00	57.985,00	1 %
Folha (SE)	38.144,00	38.736,00	2 %
Gararu (SE)	25.387,00	25.976,00	2 %
Monte Alegre de Sergipe (SE) Canindé de	19.283,00	22.897,00	19 %
São Francisco (SE) Carira (SE)	23.353,00	22.453,00	-4 %
Itabi (SE)	7.380,00	7.675,00	4 %
Feira Nova (SE) Itabaiana (SE)	8.280,00	7.392,00	-11 %
<b>TOTAL</b>	6.574,00	6.832,00	4 %
	6.720,00	6.822,00	2 %
	337.281,00	347.645,00	3 %

Fonte: PPM 2019, IBGE.

De janeiro a novembro de 2020, o leite teve um aumento de 16,4% comparado ao ano anterior, uma média de R\$ 1,71 por litro (CEPEA, 2020).

### Soro de leite

O soro é o subproduto da coagulação do leite (queijo), considerado um produto de alto valor nutricional, com 55% dos nutrientes presentes no leite. A lactose e outros nutrientes presentes no soro, faz dele um produto de alto potencial ao surgimento de bactérias probióticas, ideal para fabricação de bebidas fermentadas (SIQUEIRA, MACHADO, STAMFORD, 2013). O aproveitamento do soro de leite no Brasil, se dá principalmente para a fabricação de bebidas lácteas fermentadas, pois elas têm características sensoriais similares ao iogurte. As técnicas de fracionamento e preservação utilizada no soro, conserva as proteínas contribuindo para a restauração desse nutriente, melhorando assim as propriedades funcionais (CAPITANI et al, 2005).

A composição do soro varia de acordo com o tipo de queijo produzido, do processo tecnológico aplicado e da qualidade do leite utilizado na fabricação do queijo e da caseína utilizada nessa produção. O soro é basicamente composto de água, sais minerais, proteínas solúveis, lactose e gordura, sendo que 20% é composto pelas proteínas do soro e 70% dos sólidos desse produto é formado por lactose (ALMEIDA et al, 2013).

Cinquenta por cento do soro presente no Brasil é importado, pois a maioria das queijarias só têm selo de inspeção estadual, impedindo a compra desse produto pelas indústrias e, portanto, sendo jogado no meio ambiente elevando o impacto ambiental (REGHELIM, RIGJI, 2018).

O soro pode ser processado de diversas formas, evaporação, filtração, secagem, centrifugação, entre outras. Sendo a evaporação térmica a técnica mais utilizada (BALDASSO, 2008).

### **Estabilizantes**

Os estabilizantes têm a função de unir dois alimentos, que antes era impossível unir, manter a uniformizada (ADAMI, CONDE, 2016). Eles também evitam a separação desses alimentos com o passar do tempo, como óleo e água que naturalmente eles não se misturavam (HONORATO et al, 2013).

Gelatinas e gomas são substâncias utilizadas como estabilizantes e espessantes em bebidas lácteas, como o iogurte para aumentar a consistência e diminuir a sinérese. Na produção de lácteos fermentados, é utilizado a gelatina para dar firmeza, aumentar a viscosidade, evitando assim a separação dos componentes e também para promover uma textura diretamente na boca. Já as gomas, também proporcionam o aumento na viscosidade e retenção de água (COSTA et al, 2009).

Quelantes de cálcio ou sais estabilizantes, mais especificamente os fosfatos e citratos, são utilizados com frequência no leite para transformar suas características e constituindo complexos consistentes através de ligações metálicas com iônicas. Com isso, a estabilidade térmica do leite pode aumentar, ocorrer a diminuição da floculação e reduzir a gelificação de leites UHT e sedimentos que possam se formar nesse leite aumentando a elasticidade e consistência de géis presentes em produtos

fermentados. Porém a adição de sais deve ser repensada pois aumentam a quantidade do sódio no leite (RODRIGUES, 2012).

Goma xantana é composta de glicose, heptassacarídeo e ácido glucurônico (DRUZIAN, PAGLIARINI, 2007). É um polissacarídeo feito pelas bactérias xanthomonas, sendo bastante utilizado como estabilizantes e espessantes na indústria alimentícia, farmacêuticas, entre outras (BORGES, VENDRUSCOLO, 2008).

### Fermento lácteo

A produção de bactérias lácteas tem crescido nos últimos 30 anos, com a fabricação de alimentos (BARCELOS, et al, 2012). Bactérias lácticas (BAL), é um aglomerado de microrganismos gram-positivos, que desenvolve em estados de anaerobíssimo ou microaerófilas. A BAL exerce papel duplo na fermentação dos alimentos, elas aumentam a vida do alimento, em decorrência da quebra dos carboidratos, por outro lado, o ácido acumulado transforma as propriedades sensoriais do produto. É muito utilizada na fabricação de bebidas lácteas fermentadas, como iogurtes, leite acidificados e queijos, mas a BAL também pode ser utilizada em bebidas alcoólicas e processamento de carnes (BRUNO, CARVALHO, 2009).

As bactérias lácteas são essenciais para alcançar o pH desejado, contribuindo nas características sensoriais, atuando na acidificação do leite (SILVA, 2015).

Leite fermentado ou bactérias lácteas específicas são substâncias de uso obrigatório na produção de bebidas lácteas fermentadas. Essas culturas devem ter resistência e não ocorrer degradação, ter acidificação média, conseguir se desenvolver em interação com outro ser e criar substâncias encarregadas pela viscosidade e aroma da bebida. As cepas mais utilizadas na fabricação de leites fermentados são *Lactobacillus Bulgaricus* e *Streptococcus Thermophilus*. Entretanto, a atividade do fermento lácteo pode ser atingida em três condições: temperatura de incubação, percentual de inóculo e tempo de incubação (fermentação) (REINALDO, 2018).

A incubação ideal da cultura láctea é com temperatura de 42 °C, sendo que a temperatura pode influenciar na compatibilidade das culturas (BRUZANTIN, 2000).

Leite fermentado é um “não iogurte” utilizado na produção de bebidas lácteas obtidas por bactérias probióticas. A combinação de culturas é fundamental para

alcançar a qualidade do produto final. Bactérias ácido lácticas não conseguem condensar com alguns aminoácidos, por isso tem demanda nutricional muito complexa (ROSA, 2013).

A utilização de bactérias probióticas nos produtos fermentados vem sendo estudada, pois há dificuldades em manter qualidade dessas bactérias durante o armazenamento do produto no refrigerador. Oxigênio dissolvido, pH e estocagem são fatores que influenciam na sobrevivência desses microrganismos (GALLINA et al, 2011).

## Metodologia

### Local do experimento

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios 3, 4 e 5 da Universidade Federal de Sergipe-Campus do Sertão.

### Elaboração da bebida láctea fermentada

A bebida láctea foi desenvolvida baseada na metodologia descrita por SANTOS et al. (2008), conforme o fluxograma apresentado logo abaixo.

Soro de leite (Acidez 10 °D, % do DCCR) → Adição do açúcar (5%) → Adição de leite (% do DCCR) → Pasteurização (65 °C/30 min) → Resfriamento até 45 °C → Adição de fermento termofílico para iogurte (1%) → Fermentação até atingir 65 °D (pH 4,5 a 4,7) → Adição de estabilizante/espessante (% do DCCR) → Envase → Armazenamento sob refrigeração (5 °C – 10 °C).

### Soro/sacarose

Primeiramente foi dissolvido o soro em pó na água fria, adicionado açúcar e feita a pasteurização.

### Pasteurização/adição do leite/inóculo

A mistura foi pasteurizada a 65 °C durante 30 minutos e a mesma resfriada até 45 °C para não ocorrer a morte do inóculo e foi adicionado o leite UHT e 0,2 g do cultivo lácteo de inoculação direta.



## Adição do fermento

O cultivo lácteo foi dissolvido em 1 L da mistura do soro, leite e açúcar e ocorreu a adição de 0,2 g do inóculo para cada litro da mistura (leite e soro). Em seguida, foi feita a homogeneização e incubação a 43 °C por um período médio de quatro horas.

## Fermentação/adicação de estabilizante

A fermentação da bebida láctea foi realizada até o pH do meio atingir valores entre 4,5 a 4,7 ( $\pm 0,25$ ). Após a fermentação, foi adicionado o estabilizante e homogeneizado a bebida e mantida sob refrigeração.

## Envase

Depois de prontas, as bebidas lácteas fermentadas foram acondicionadas em garrafas transparentes de polietileno e armazenadas a  $4 \pm 1$  °C, até o momento da realização das análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial (um período de armazenamento de 7 dias).

Foram produzidos 9 tipos de bebida láctea, com diferentes concentrações de soro e estabilizante/espessante de acordo com o Delineamento estatístico proposto (Delineamento Central Composta Rotacional – DCCR), seguindo o fluxograma apresentado logo a cima.

## Delineamento estatístico

Foi realizado o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), com base na Metodologia de Superfície de Resposta (RODRIGUES, 2009). Onde o experimento teve como principal fator a concentração de estabilizante/espessante e soro de queijo, conforme é mostrado na tabela 2 os níveis experimentais.

**Tabela 2:** Fatores e níveis experimentais utilizados na otimização da produção de bebida láctea fermentada.

NÍVEIS EXPERIMENTAL					
FATORES	-1,42	-1	0	1	1,42
Soro (%)	51,0	54,49	63,0	71,51	75,0
Estabilizante/espessante (%)	0,20	0,244	0,35	0,456	0,50

Fonte: própria.

Os experimentos foram executados em ordem aleatória, tendo como resultados a acidez total titulável, sólidos solúveis totais, atributos sensoriais e pH. Os níveis

experimentais foram selecionados por meio de informações da literatura e os resultados foram analisados através de análises de variância e de regressão estatisticamente, tendo em vista a inexistência de ajustes, a relevância dos parâmetros e o coeficiente de regressão. Através das análises da metodologia de superfície de resposta, por meio do pacote estatístico Statistica® versão 8.0, foi determinado as concentrações de soro e estabilizantes melhores das diferentes formulações da bebida láctea fermentada. Já na tabela 3, é possível identificar as concentrações das matérias-primas da bebida.

**Tabela 3:** Planejamento experimental DCCR, valores codificados e originais das variáveis de estudo (soro de queijo e estabilizante/espessante).

ENSAIOS	SORO	ESTABILIZANTE	SORO (%)	ESTABILIZANTE (%)
1	-1	-1	54,49	0,244
2	1	-1	71,51	0,244
3	-1	1	54,49	0,456
4	1	1	71,51	0,456
5	-1,41	0	51,00	0,350
6	1,41	0	75,00	0,350
7	0	-1,41	63,00	0,200
8	0	1,41	63,00	0,500
9	0	0	63,00	0,350
10	0	0	63,00	0,350
11	0	0	63,00	0,350

Fonte: própria.

### Análises físico químicas

As análises físico-químicas (acidez titulável, pH, sólidos solúveis totais) todas foram realizadas em triplicata, no laboratório 3 da Universidade Federal de Sergipe-Campus do Sertão, segundo a Instrução Normativa nº 68 (BRASIL, 2006).

### Acidez titulável

Para realização da acidez titulável foi preparado uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1mol/L. Onde mediu-se 10 mL da bebida láctea em uma proveta e 100 mL de água destilada, levando as mesmas para um Erlenmeyer e adicionado 3 gotas de fenolftaleína e realizado a titulação com bureta digital em triplicata.

### pH

O pH foi determinado em triplicata através de pHmetro digital portátil calibrado. Sendo adicionado 10 mL da bebida em um béquer e submetido o eletrodo do pHmetro

dentro da amostra para aferição do pH, posteriormente foi lavado o eletrodo do pHmetro depois de cada aferição.

### Sólidos solúveis totais

Para determinação dos sólidos solúveis totais, também realizado em triplicata, foi utilizado um refratômetro portátil que mede em °Brix. Utilizando um conta gota para facilitar a realização do teste, pegou três gotas da bebida láctea e colocou no prisma do refratômetro aferindo o valor.

### Caracterização microbiológica

Foram realizadas as análises microbiológicas (*Salmonella* sp., *Listeria* sp.), seguindo os procedimentos da INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 60, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Para isso, foi preparado uma solução de água peptonada, onde colocou 225 mL dessa solução em frasco tampado e 25 mL da bebida láctea, levando para incubadora por 24h a 45 °C. Posteriormente, foi pegado 1 mL com um pipetador da solução e colocado nas placas de *Salmonella* sp., *Listeria* sp, levando novamente para incubadora por mais 24h a 45°C para obter o resultado. As análises foram realizadas nas 11 amostras de bebida.

## Resultados e discussão

### Análises físico-químicas

Através das análises físico-químicas, foi possível avaliar as características de cada formulação da bebida depois de pronta, apresentados na tabela 4 abaixo.

**Tabela 4:** Delineamento composto central rotacional (DCCR 2<sup>2</sup>) com as combinações dos fatores relacionados a formulação das bebidas lácteas fermentadas (soro de leite (%) e estabilizante (%)) e as respectivas respostas (valores médios) após o produto pronto para consumo.

ENSAIOS	FATORES		RESPOSTAS		
	SORO DE LEITE (%)	ESTABILIZANTE	pH	AT (°D)	SST (°Brix)
1	-1 (54,49)	-1 (0,244)	4,00	65,84	10
2	1 (71,51)	-1 (0,244)	3,09	67,87	10,9
3	-1 (54,49)	1 (0,456)	3,77	71,46	11
4	1 (71,51)	1 (0,456)	3,80	66,37	11
5	-1,41 (51,00)	0 (0,350)	3,80	61,78	10
6	1,41 (75,00)	0 (0,350)	3,87	63,87	10,9
7	0 (63,00)	-1,41 (0,200)	3,80	53,89	10,2
8	0 (63,00)	1,41 (0,500)	3,90	59,58	10,3

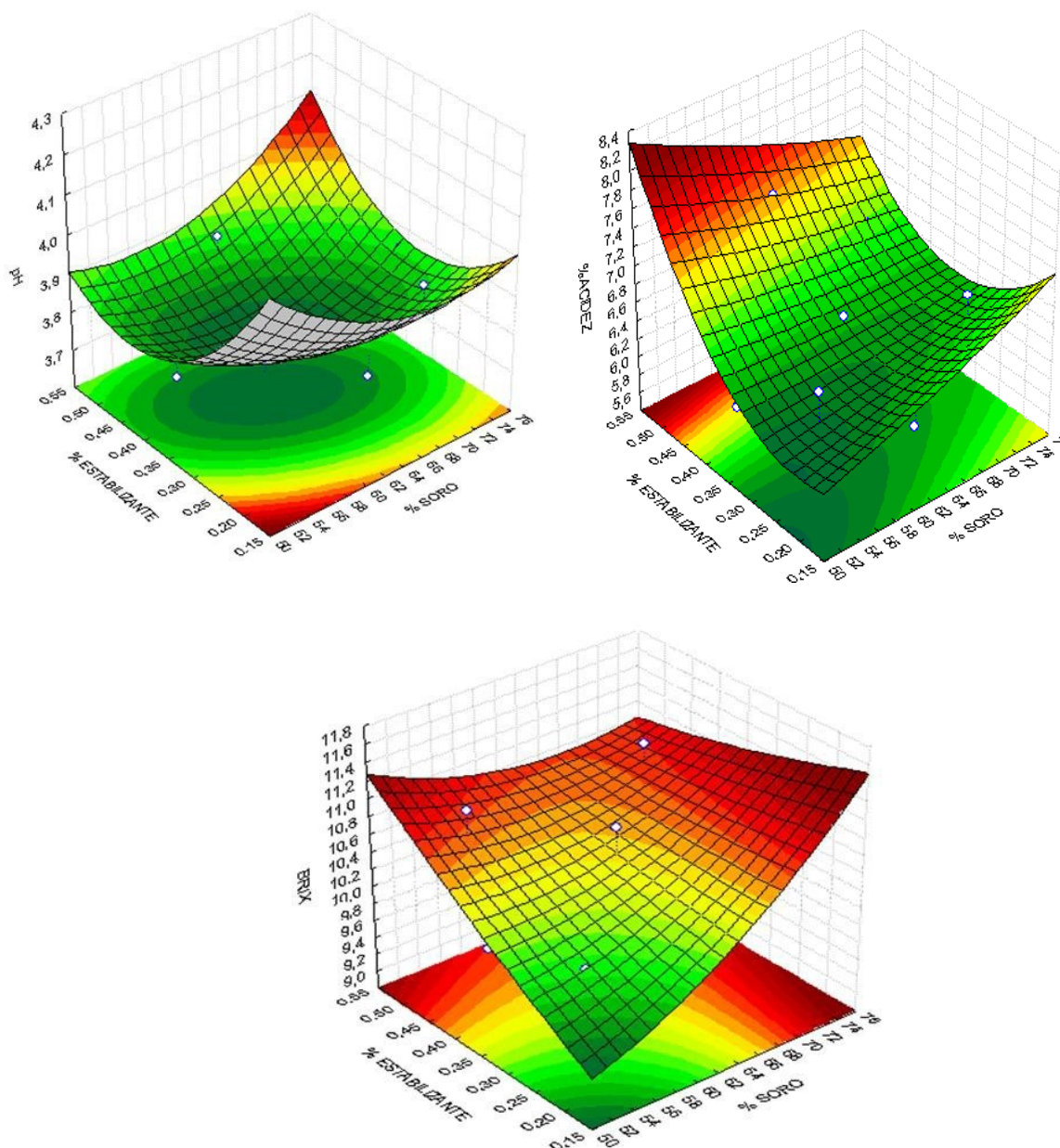
<b>9</b>	0 (63,00)	0 (0,350)	3,73	73,36	10,8
<b>10</b>	0 (63,00)	0 (0,350)	3,73	63,97	10,2
<b>11</b>	0 (63,00)	0 (0,350)	3,80	65,57	10,2

Fonte: própria.

Como mostrado na tabela, os valores de pH das amostras houve pequenas variações, entre 3,73 e 4,0. Valores esses, que são semelhantes ao encontrado por outra autora (SILVA, 2016), essa diminuição no pH é promovida pelo acúmulo do ácido láctico gerado durante o processo de fermentação, sendo o pH indicador de virada do ponto isoelétrico. Já em relação a acidez total que foi dada em °D, houve uma variação entre 53,89 e 73,36, valores esses que estão elevados comparado com outro autor (THAMER; PENNA; 2006), em seu trabalho foi encontrado valores entre 44,33 e 50,39 °D, porém são inferiores se comparados com iogurtes que varia entre 60 e 150 °D. O menor °D foi encontrado na amostra com menor concentração de estabilizante. Já sólidos solúveis total, variou entre 10,2 e 11, valores inferiores encontrados pela mesma autora de 15,68% e 18,97%. Pode ser observado nos últimos 5 tratamentos, a taxa de SST, ficaram quase todas as amostras com o mesmo valor, isso por que eles têm a mesma concentração de soro, só houve diferença nas amostras 8 e 9.

Na Figura 1 estão apresentados os resultados de Acidez Total (AT), pH e Sólidos Solúveis Totais das bebidas lácteas fermentadas, onde as concentrações de soro e estabilizantes variam. Pode ser observado na figura, que a concentração de soro e estabilizante, está influenciando no aumento do pH, isso pode estar relacionando ao tipo de cultura utilizada no processo fermentativo, a continuidade do abaixamento do pH mesmo depois de resfriado o produto e também pelo ácido láctico produzido no processo fermentativo, sendo importante esse controle do pH, pois pode ocorrer separação do soro em pH maiores que 4,8.

**Figura 1:** Curvas de superfície de resposta com as combinações dos fatores relacionados a formulação bebidas lácteas fermentadas (soro de leite (%) e estabilizante (%)) e as respectivas respostas (pH, Acidez Total - AT e Sólidos Solúveis Totais - SST) após o produto pronto para o consumo.



Fonte: própria.

Ainda na mesma figura pode ser observado que a Acidez Total (AT), tem relação direta com o soro de leite e também ao leite presente no produto, já que durante a fermentação é produzido ácido lácteo e isso acaba influenciando na acidez final. A acidez influencia na qualidade do produto, sendo um dos fatores que limita a aceitação do consumidor. Além disso, o ácido lácteo atua desestabilizando as micelas de caseínas, permitindo a formação do gel e também age como conservante natural da bebida. Em relação ao Sólidos Solúveis Totais (SST), a maior concentração de soro

e estabilizante elevou o °Brix. O °Brix também está relacionado com a sacarose presente na bebida, onde a maior porção de sacarose, maior o teor de sólidos solúveis totais, ou seja, quanto maior o grau brix, maior a doçura do produto.

### Análise microbiológica

Foi realizada análise microbiologia para *Salmonella* sp. e *Listeria* sp., pelo método de contagem de placas. Todas as onze amostras, apresentaram resultados negativos para essas bactérias, método realizado pelas placas Cap-Lab, estando apta para consumo.

### Conclusões

Os resultados apresentados permitem concluir que a concentração de estabilizante e soro de leite em pó pode ser otimizada para elaboração desses produtos, e que os fatores avaliados foram semelhantes com outros trabalhos e com isso apresentou resultados satisfatórios. A bebida láctea fermentada a base de soro de leite em pó e estabilizante pode ser uma alternativa para os pequenos e grandes laticínios, pois é possível produzir esta bebida com processos fermentativos simples e baixo custo.

### Referências

ADAMI, Fernanda Scherer. CONDE, Simara Rufatto. **Alimentos e nutrição nos ciclos da vida**. 1ª ed. Editora UNIVATES, Lajeado-RS, 2016.

ALMEIDA, Cristine Couto et al. Proteína do soro do leite: composição e suas propriedades funcionais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, GO, v.9, N.16; p. 1840, 2013.

BALDASSO, Camila. **Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas**. Porto Alegre – RS, 2008.

BARCELOS, Samuel Carneiro de. OLIVEIRA, Isabel Cristina Silva de. SANTOS, Karina Maria Olbrich dos. **Produção de fermentos lácteos com bactérias nativas com propriedades probióticas**. I Encontro de Iniciação Científica da Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012.

BRUNO, Laura Maria. CARVALHO, Juliane Doering Gasparin. **Microbiota Láctica de Queijos Artesanais**. Embrapa Agroindústria Tropical Fortaleza, CE, 2009.

BATTISTI, Leomara et al. A evolução da cadeia produtiva do leite no Brasil: uma análise pós década de 90. IV congresso brasileiro de engenharia de produção, Ponta Grossa, PR, Brasil, 2013.

BORGES, Caroline Dellinghausen. VENDRUSCOLO, Claire Tondo. Goma Xantana: características e condições operacionais de produção. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina**, v. 29, n. 2, p. 171-188, jul./dez. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebidas lácteas**. Instrução Normativa n.16, 23 de agosto 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/IN\\_60\\_2019\\_COMP.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/IN_60_2019_COMP.pdf). Acesso em: 10 de dez de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 68, de 12 dezembro de 2006**. Diário Oficial da União – DOU. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2016/03/Instru%C3%A7%C3%A3o-normativa-n%C2%B0-68-de-12-dezembro-de-2006.pdf>. Acesso em: 10 de dez de 2021.

BRUZANTIN, Fabiana Pereira. **Utilização de carragena, pectina e de leite em pó desnatado de vaca na elaboração de iogurte de leite de cabra desnatado**. Piracicaba, SP, 2000. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-20191108-123210/publico/BruzantinFabianaPereira.pdf>>. Acesso em: 29 de dez de 2021.

BUSANELLO, Marília P. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada prebiótica com cajá-manga (Spondias dulcis)**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação de Tecnologia em Alimentos Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

CAPITANI, Caroline Dário et al. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.40, n.11, p.1123-1128, nov. 2005.

CAIXETA, Letícia Silva. **Estudo das variáveis de processo para avaliação do rendimento de bebida láctea UHT achocolatada**. Patos De Minas, MG, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/26598/1/EstudoVariaveisProcesso.pdf>>.

Acesso em: 27 de dez de 2021.

CEPEA, centro de estudos avançados em economia aplicada. **Boletim do leite**, 2020. Disponível em:

<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0163608001608229202.pdf>.

Acesso em: 10 de dez de 2021.

COSTA, Alexsandra Valéria Sousa et al. **Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebida láctea fermentada elaborada com diferentes estabilizantes/espessantes**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 209-226, 2013.

DRUZIAN, Janice Izabel. PAGLIARINI, Ana Paula. Produção de goma xantana por fermentação do resíduo de suco de maçã. **Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas**, 27(1): 26-31, jan.-mar. 2007.

GALLINA, Darlila Aparecida et al. Caracterização de leites fermentados com e sem adição de probióticos e prebióticos e avaliação da viabilidade de bactérias lácticas e probióticas durante a vida-de-prateleira. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde** 2011;13(4):239-44.

HONORATO et al. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. **Revista verde (Mossoró – RN – BRASIL)**, v. 8, n. 5, p. 01 – 11, 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária Primeiros resultados jul.-set. 2021**. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3087/epp\\_pr\\_2021\\_3tri.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3087/epp_pr_2021_3tri.pdf)>. Acesso em: 30 de dez de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária Primeiros resultados abr.-jun. 2021**. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3087/epp\\_pr\\_2021\\_2tri.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3087/epp_pr_2021_2tri.pdf)>. Acesso em: 30 de dez de 2021.

JESUS, Diego Santos de et al. **Desenvolvimento e otimização de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro e estabilizante/espessante**. Inovação, gestão e sustentabilidade na agroindústria. Recife. II ciagro 2021.

LEUCAS, Henrique Lages Barsand de. **Efeitos benéficos de micro-organismos envolvidos na produção de leite fermentado**. Belo Horizonte, MG, 2012.

MARIZ, Carlos. **Sergipe é o sexto Estado em produtividade de leite no Brasil**. EMDAGRO. Disponível em: <https://www.emdagro.se.gov.br/sergipe-e-o-sexto-estado-em-productividade-de-leite-no-brasil/>. Acesso em: 10 de dez de 2021.

MARQUES, Aline Prudente. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada à base de soro lácteo e café solúvel com atividade probiótica**. Lavras, MG, 2012.



MENDES, Érica Santana et al. Desenvolvimento de uma bebida láctea fermentada incorporada com polpa de cupuaçu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.19, n.4, p.389-395, 2017.

OLIVEIRA, Danilo Macedo de. **Perfil da pecuária sergipana**. Observatório de Sergipe, 2019.

PAULA, Junio Cesar Jacinto de et al. **Adequabilidade de diferentes tipos de soros de leite para o aproveitamento em produtos lácteos**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG ILCT), Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Juiz de Fora – MG, Brasil.

PFLANZER, Sérgio Bertelli et al. Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 30(2): 391-398, abr.-jun. 2010.

PFRIMER, Renata Teixeira. **Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea fermentada acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (eugenia dysenterica)**; Goiânia- GO, 2018.

RAMOS, et al. Elaboração de bebidas lácteas fermentadas: aceitabilidade e viabilidade de culturas probióticas. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 34, n. 6, p. 1-10, 2013.

RECCHIA, Bruna Rafaela Garavazo. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada a base de soro lácteo ácido: caracterização físico-química e reológica / versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011**. Piracicaba, SP, 2014.

REGHELIM, Mariane. RIGHI, Eléia. **Reaproveitamento de Resíduo: Alternativas para o Soro do Queijo**. 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente: Bento Gonçalves – RS, 2018.

REINALDO, Ana Flávia Alves. **Aplicação de transglutaminase na produção de bebida láctea fermentada com alto teor de soro**. Patos de Minas, MG, 2018. Disponível em: <[https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21659/1/Aplica%  
c3%a7%c3%a3oTransglutam inaseProdu%  
c3%a7%c3%a3o.pdf](https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21659/1/Aplica%c3%a7%c3%a3oTransglutam%20inaseProdu%c3%a7%c3%a3o.pdf)>. Acesso em: 27 de dez de 2021.

ROCHA, Denis Teixeira da et al. **Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária**. EMBRAPA, Juiz de Fora MG, 2020.

RODRIGUES, Emanuela Karla Ferreira Ribeiro. **Alterações nas propriedades físico-químicas do leite esterilizado adicionado de estabilizantes durante a estocagem**. Montes Claros, MG, 2012. Disponível em: <[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/NCAP-  
9ERHTL/1/emanuela\\_karla.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/NCAP-9ERHTL/1/emanuela_karla.pdf)>. Acesso em: 30 de dez de 2021.

ROSA, Tayná Santos. **Produção de leite fermentado atomizado com bactérias lácticas em diferentes matrizes poliméricas**. Rio de Janeiro, 2013.

SILVA, Jacinta Lutécia Vitorino da. **Acidez e viscosidade como requisitos de qualidade em bebidas lácteas fermentadas**. João Pessoa, PB, 2016.

SILVA, Franceline Iaguczeski da. **Utilização de fermento láctico endógeno em queijo muçarela**. Monografia de especialização, Francisco Beltrão, 2015.

SIQUEIRA, Amanda de Moraes Oliveira. MACHADO, Erilane de Castro Lima. STAMFORD, Tânia Lúcia Montenegro. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.43, n.9, p.1693-1700, set, 2013.

TEIXEIRA, Lilian Viana. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"**, Jan/Fev, nº 366, 64: 12-21, 2009.

THAMER, Karime Gianetti. PENNA, Ana Lúcia Barretto. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidos de prebióticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 589-595, 2006.

**ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER VEGANO À BASE DE FIBRA DE JACA E AVEIA**

**PREPARACIÓN DE HAMBURGUESA VEGANA A BASE DE FIBRA DE CHAQUETA Y AVENA**

**PREPARATION OF VEGAN HAMBURGER BASED ON JACKET FIBER AND OATS**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.506-526>

**Alícia Gomes de Oliveira Dantas**

Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe, [aliciaoliveira447@gmail.com](mailto:aliciaoliveira447@gmail.com)

**Jalison Barreto dos Santos**

Jalison Barreto dos Santos, Universidade Federal de Sergipe, [jalisonbarreto594@gmail.com](mailto:jalisonbarreto594@gmail.com)

**Juliana Paula Felipe de Oliveira**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana Paula Felipe de Oliveira, Universidade Federal de Sergipe, [jupaula.oliv@academico.ufs.br](mailto:jupaula.oliv@academico.ufs.br)

**Acenini Lima Balieiro**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Acenini Lima Balieiro, Universidade Federal de Sergipe, [aceninibalieiro@academico.ufs.br](mailto:aceninibalieiro@academico.ufs.br)

## Resumo

Dentre as diversas inovações que vem recebendo destaque no mercado da alimentação está o desenvolvimento de produtos veganos, e a procura por uma alimentação mais consciente, natural e saudável, nomeadas como opções alternativas. De forma a ampliar o seu público e aplicar técnicas que englobem a promoção da alimentação natural e aproveitamento integral dos alimentos como o aproveitamento das fibras da jaca, esse trabalho teve o objetivo de desenvolver hambúrgueres veganos com a utilização da fibra da jaca e a farinha de aveia. Para a elaboração dos hambúrgueres, foram utilizadas diferentes formulações variando o percentual de farinha de aveia em F0 (controle), F1 e F2, sendo representado por 0, 5% e 15%, respectivamente. As formulações foram submetidas a análises físico-químicas (umidade, pH, cinzas), análise de rendimento e encolhimento, cor instrumental. Foi utilizada uma ficha técnica de preparação do hambúrguer vegano como uma importante fonte de gestão e organização de análise do alimento. De acordo com os resultados, a umidade apresenta-se com diferença significativa entre si ( $p < 0,05$ ) para as formulações F1 (51,32 %) e F2 (52,77%); e o teor de cinzas apresentaram diferença significativa entre si ( $p < 0,05$ ) com valores de 0,83%, 1,73% e 2,52% para as formulações F0, F1 e F2, respectivamente, equivalendo a uma diferença de 1,69 entre eles, sugerindo que a adição da farinha de aveia aumentou o teor de cinza dos hambúrgueres. Em relação ao rendimento observou-se valores de 30,82% para controle, 68,0% F1 e 73,27% para F2, devido a adição de farinha de aveia que é responsável por reter água, acarretando em um rendimento maior se comparado as amostras F1 e F2. Em se tratando de coloração instrumental o parâmetro  $b^*$ , que equivale a coloração azul/amarela encontrado na formulação F2 se diferiu estatisticamente das demais formulações de hambúrgueres vegano ( $p > 0,05$ ), acarretando em um tom mais escuro que os demais hambúrgueres, lembrando que a coloração é importante para que haja uma aceitação do consumidor. Sendo assim, os objetivos da pesquisa foram alcançados, sendo melhor indicadas as formulações F0 correspondente ao processamento com a fruta "in natura" possuindo maior probabilidade de compra e consumo. A F1 também é indicada por possuir a coloração um pouco mais clara que a F2, sendo de maior agrado dos consumidores.

**Palavras-Chave:** "carne" vegetal; inovação; plant based.

## Resumen

Entre las diversas innovaciones que se han destacado en el mercado de la alimentación está el desarrollo incluyen la promoción de alimentos naturales y el uso completo de alimentos como el uso de fibras de yaca, este trabajo tuvo como objetivo desarrollar hamburguesas veganas utilizando fibra de yaca y harina de avena. Para la elaboración de las hamburguesas se utilizaron diferentes formulaciones variando el porcentaje de harina de avena en F0 (testigo), F1 y F2, siendo representado por 0,5% y 15%, respectivamente. Las formulaciones fueron sometidas a análisis físico-químicos (humedad, pH, cenizas), análisis de rendimiento y merma, color instrumental y como herramienta se utilizó una ficha técnica para la elaboración de la hamburguesa vegana también como fuente importante de gestión y organización. de análisis de los alimentos. De acuerdo con los resultados, la humedad presenta diferencia significativa entre ellos ( $p < 0,05$ ) para las formulaciones F1 (51,32%) y F2 (52,77%); y el contenido

de cenizas mostró una diferencia significativa entre ellos ( $p < 0.05$ ) con valores de 0.83%, 1.73% y 2.52% para las formulaciones F0, F1 y F2, respectivamente, equivalente a una diferencia de 1.69 entre ellos, sugiriendo que la adición de harina de avena aumentó el contenido de cenizas de las hamburguesas. En cuanto al rendimiento, se observaron valores de 30,82 % para el control, 68,0 % F1 y 73,27 % para F2, debido a la adición de harina de avena, que es la encargada de retener el agua, dando como resultado un mayor rendimiento en comparación con las muestras F1 y F2. En el caso de la coloración instrumental, el parámetro  $b^*$ , que es equivalente al color azul/amarillo que se encuentra en la formulación F02, difirió estadísticamente de las demás formulaciones de hamburguesas veganas ( $p > 0.05$ ), resultando en un tono más oscuro que las demás hamburguesas, recordando que la coloración es importante para la aceptación del consumidor. Por lo tanto, se lograron los objetivos de la investigación, y las formulaciones F0 correspondientes al procesamiento con la fruta "in natura" están mejor indicadas, teniendo una mayor probabilidad de compra y consumo. El F1 también está indicado por tener un color un poco más claro que el F2, lo cual es más agradable para los consumidores.

**Palabras Clave:** "carne" vegetal; innovación; plant based.

## Abstract

Among the various innovations that have been highlighted in the food market is the development of vegan products, and the search for a more conscious, natural and healthy diet, named as alternative options. In order to expand its audience and apply techniques that include the promotion of natural food and full use of foods such as the use of jackfruit fibers, this work aimed to develop vegan burgers using jackfruit fiber and jackfruit flour oat. For the elaboration of the hamburgers, different formulations were used varying the percentage of oat flour in F0 (control), F1 and F2, being represented by 0.5% and 15%, respectively. The formulations were submitted to physical-chemical analyzes (moisture, pH, ash), analysis of yield and shrinkage, instrumental color and as a tool a technical sheet for the preparation of the vegan hamburger was also used as an important source of management and organization of analysis of the food. According to the results, the humidity presents a significant difference between them ( $p < 0.05$ ) for formulations F1 (51.32%) and F2 (52.77%); and ash content showed a significant difference between them ( $p < 0.05$ ) with values of 0.83%, 1.73% and 2.52% for formulations F0, F1 and F2, respectively, equivalent to a difference of 1.69 between them, suggesting that the addition of oat flour increased the ash content of the hamburgers. Regarding the yield, values of 30.82% were observed for control, 68.0% for F1 and 73.27% for F2, due to the addition of oat flour, which is responsible for retaining water, resulting in a higher yield compared to samples F1 and F2. In the case of instrumental coloring, the parameter  $b^*$ , which is equivalent to the blue/yellow color found in the F02 formulation, differed statistically from the other vegan hamburger formulations ( $p > 0.05$ ), resulting in a darker tone than the other hamburgers, remembering that coloring is important for consumer acceptance. Therefore, the objectives of the research were achieved, and the F0 formulations corresponding to the processing with the fruit "in natura" are better indicated, having a greater probability of purchase and consumption. The F1 is also indicated for having a slightly lighter color than the F2, which is more pleasing to consumers.

**Keywords:** vegetable “meat”; innovation; plant based.

## Introdução

O veganismo vem ganhando um grande corpo e destaque na modernidade, analisar a forma que ele ocorre é compreender a constituição de um movimento, cujos modos de expressão expõem, os ideais de racionalidade e domínio humanos sobre a natureza (TRIGUEIRO, 2013).

Em busca de novos nichos de mercado, indústrias necessitam pesquisar e analisar com o intuito de desenvolver produtos que atendam a todos os requisitos de clientes e públicos alvos que apresentam gostos exigentes e diferenciados.

Na atualidade, a base religiosa para explicar tais práticas alimentares deixa de ter grande destaque para dar lugar a ressignificação da relação entre humanos e animais, abrangendo assim a ideia de que esses seres vivos não seriam totalmente irracionais, uma vez que, a senciência observada nestes, seria então critério de pertencimento à comunidade moral e racional, ou seja, a senciência é a capacidade de sentir sensações e sentimentos de forma consciente tornam-nos virtuosos de um maior respeito e importância, caracterizando assim o movimento vegano (TRIGUEIRO, 2013).

Diversos são os segmentos que tendem a abordar uma vida menos consumista e mais sustentável, como é o caso dos vegetarianos e dos veganos. Analisar, pois, a forma como o veganismo vem ganhando corpo e destaque na modernidade atual é compreender, a constituição de um movimento, cujos modos de expressão exibem os ideais de racionalidade e domínio humanos sobre a natureza (TRIGUEIRO, 2013).

A principal atenção no âmbito da nutrição se dá pelo acontecimento de que a exclusão dos alimentos de origem animal na dieta possa causar um déficit no aporte proteico relacionado aos aminoácidos essenciais. Outro ponto de grande atenção é em relação aos micronutrientes, em especial as vitaminas B12 e D e os minerais cálcio, ferro e zinco, fato de se acharem, sobretudo mais biodisponíveis em alimentos de origem animal (KARLSEN *et al.*, 2019).

De acordo com Marques (2007), dentro das alterações de hábito alimentar na atualidade, inclui-se os alimentos tipo *fast foods* (comida rápida) que podem ser encontrados em lanchonetes que vão desde as pequenas até as grandes redes multinacionais, sendo o hambúrguer, produto cárneo modelado, obtido da carne moída

de animais, acrescentado ou não de tecido adiposo e as demais matérias-primas, um dos produtos tradicionais deste tipo de alimentação.

É o que confirma a pesquisa feita por Lima (2018) sobre o desenvolvimento de um produto alimentar vegetal que atuasse como fonte proteica da dieta em substituição à proteína animal usando grão-de-bico e resíduo agroindustrial de acerola. Nessa pesquisa, será utilizado a jaca e farinha de aveia como base para o desenvolvimento de hamburger vegano. A jaca é um fruto comercializado e consumido quase que exclusivamente na forma *in natura* o que induz a um índice elevado de perda na pós-colheita. Esse caso evidencia a necessidade de processos simples e comuns que possam oferecer para os produtores aproveitarem melhor o fruto da jaqueira (MELO et al., 2006).

A matéria-prima utilizada para essa pesquisa buscou agregar valor ao fruto que muitas vezes é perdido em razão da sua rápida maturação, tendo suas sementes e polpas rapidamente decompostas pela natureza, acarretando em um bom valor nutricional, tornando bastante interessante a ideia de criar diversificadas estratégias para seu beneficiamento, a fim de aproveitar a abundante fonte nutricional e alimentar que a mesma significa. Outro ingrediente importante é a Proteína de Soja Texturizada, sendo caracterizada por ser um produto protéico obtido por fiação e extrusão termoplástica, a partir de uma ou mais das seguintes matérias-primas: proteína isolada de soja, proteína concentrada de soja e farinha desengordurada de soja. Possui teor mínimo protéico de 50g/100g matéria seca, com a finalidade de substituir ou complementar outros tipos de proteínas de maior custo e aumentar o valor nutricional (MARCINKOWSKI, 2006). Nesse sentido, o trabalho, seria desenvolver um hambúrguer vegano a base de fibra de jaca e farinha de aveia, propor as melhores formulações para serem utilizadas na elaboração de hambúrgueres e aproveitar os resíduos da jaca que muitas vezes são descartados.

Diante disso, o estudo propõe como objetivo geral desenvolver e caracterizar diferentes formulações de hambúrguer vegano a base de fibra da jaca e farinha de aveia. E por meio de seus objetivos específicos propor uma maneira de reaproveitar a fibra de jaca por meio de diferentes concentrações de farinha de aveia para desenvolver um hambúrguer vegano; realizar análises físico-química (pH, umidade e cinzas) nas amostras de hambúrguer vegano; analisar a cor instrumental dos produtos

elaborados e analisar a porcentagem de rendimento e encolhimento dos produtos elaborados.

## Referencial teórico

O vegetarianismo diz respeito apenas a uma dieta com restrição a qualquer tipo de carne. Já o veganismo é um conjunto de crenças éticas a respeito da crueldade com os animais (SOLOMON, 2011).

O veganismo é acatado como um estilo de vida que exclui de seu consumo cotidiano, o máximo possível de produtos ou elementos que colaborem para a exploração e sofrimento animal. Dessa forma os veganos excluem de sua alimentação produtos de procedência animal, seus derivados (mel, leite, ovos, exemplo), além de não consumirem produtos que apresentem em sua composição algum derivado de animal ou que façam testes de laboratório em animais também (FERRIGNO, 2012; VILELA, 2013).

O movimento vegano no Brasil está principalmente organizado em Organizações não-governamentais (ONG's) na forma de redes sociais no meio digital. É possível encontrar inúmeros grupos de discussão e sites na internet que priorizam a discussão e trazem informações acerca do veganismo (LONDERO, 2019).

Produtos análogos aos tradicionais (a base de carne) são produzidos com a combinação de matéria prima vegetal (grãos, frutas, tubérculos, raízes tuberosas, entre outros) aromas para imitar o sabor e a textura de produtos animais existentes através de uma abordagem biomimética (KRELLING, 2020) ou ainda por rota biotecnológica (agricultura celular) que isola células animais e desenvolve as chamadas carnes cultivadas (MOUAT *et al.*, 2019).

O hambúrguer vegetal não é um produto recente, a novidade são os produtos com semelhança com a carne, que é um produto feito para todos os tipos de consumidores. Apesar de chamar a atenção dos praticantes da alimentação vegana e vegetariana, os novos produtos foram desenvolvidos pensando em conquistar o consumidor de carne, o que exigiu altos investimentos tanto financeiros quanto de tempo (BELLONI, 2019; GRANDI, 2019, RUNNER'S, 2019).

Os derivados proteicos da soja, como a proteína texturizada (PTS), no qual é aplicada na formulação de produtos cárneos, como embutidos, hambúrgueres e



empanados; pois depois de hidratada ela pode ser empregada como a substituta da carne (MARCINKOWSKI,2006).

De acordo com a Tabela 01, está descrito a composição nutricional da PTS.

**Tabela 01:** Composição nutricional da PTS.

Parâmetro	%
Carboidratos	33
Proteínas	47
Minerais (cinzas)	5
Fibras (fibra bruta)	5

**Fonte:** Mateo (2008).

Segundo Moraes *et al.* (2016) desenvolveram uma alternativa de hambúrguer usando jaca. A proposta criou 3 hambúrgueres diferentes com concentrações variadas de polpa, mesocarpo e farinha extraída das sementes de jaca. O uso de farinha de frutas e sementes mostrou-se uma alternativa viável para a confecção de hambúrgueres vegetarianos, pois a receita proposta alcançou aspectos técnicos como textura muito parecida com frango desfiado quando cozida e suas sementes tem aspecto de castanhas, a coesão e firmeza propícias para o uso da carne, sendo utilizada a resposta sensorial por meio da análise de suas propriedades físico-químicas, seus atributos, aparência, cor, sabor e textura das amostras de hambúrgueres com diferentes formulações.

Observa-se na Tabela 2 a composição nutricional da jaca.

**Tabela 2:** Composição nutricional da jaca.

Jaca	Parâmetro
Umidade	83,66 g/100g
Proteínas	3,33 g/100g
Lipídeos	3,95 g/100g
Cinzas	0,54 g/100g
Carboidratos	8,52 g/100g
Valor calórico	82,95 Kcal/100g

**Fonte:** Luna (1997).

Por conta da presença de fibras, a aveia é um dos principais cereais empregados no enriquecimento de alimentos. Sendo que a adição de aveia em produtos cárneos proporciona uma maior retenção de água, adição de fibras ao produto, sensação bucal similar à da gordura, e ausência de sabor de cereais (LIBÓRIO, 2019).

## Metodologia

### Material

Para a elaboração dos hambúrgueres, foram utilizados fibra da jaca, farinha de aveia, sal, alho em pó, cebola granulada, pimenta do reino em pó, fumaça líquida e óleo vegetal. Tais materiais, bem como a jaca, foram obtidos em feira livre do município de Nossa Senhora da Glória-SE. A elaboração dos hambúrgueres e análises foram realizadas no laboratório multiusuário da Universidade Federal de Sergipe no Campus do Sertão. Também foi utilizado uma ficha técnica de preparação do hambúrguer vegano como uma importante fonte de gestão e organização sendo um instrumento de qualidade na preparação e análise do alimento. A ficha técnica possui dados como preparação culinária, indicação (tipo de cardápio), rendimento, gramatura, valor unitário de cada hambúrguer, insumos (utensílios e equipamentos), matéria prima (quantidades e medidas caseiras), e por fim o modo de preparo.

### Métodos

De início, foram realizados testes preliminares a fim de determinar a melhor quantidade de ingredientes na elaboração dos hambúrgueres vegano. Foram testados diferentes percentuais da farinha de aveia e fibra de jaca, no intuito de estabelecer limites aceitáveis ponto de vista tecnológico.

### Obtenção da fibra da jaca

Para a obtenção da fibra da jaca, foi dada a preferência aos frutos imaturos (verdes) e o estágio de maturação foi determinado por meio da consistência dura do fruto, a metodologia foi adaptada de Martins *et al.* (2020). Inicialmente o fruto foi lavado e sanitizado por imersão em água clorada a 200 ppm por um período de 10 minutos. Em seguida, antes de manusear a fruta, as mãos e os utensílios (facas, panelas e superfícies) utilizados foram untadas com óleo de soja, para impedir que o látex da jaca cole nas mãos (LIRA *et al.*, 2017). Em sequência, foi fatiada a jaca em tiras de aproximadamente 6 cm de espessura, lavando-os novamente para retirar o excesso do látex e adicionar em uma panela de pressão junto à um fio de óleo de soja e água suficiente para cobri-la, deixando cozinhar por 20 minutos após início de

pressurização da panela. A fibra foi desfiada com auxílio de um garfo, obtendo-se a fibra da jaca, e armazenando sob refrigeração.

**Tabela 04:** Percentuais da matéria prima e ingredientes que foram utilizados no hambúrguer vegano.

MATÉRIA PRIMA	FORMULAÇÕES		
	F0 (controle)	F1 (5%)	F2 (15%)
Fibra de jaca (kg)	160g	150g	140g
Proteína de soja (g)	20	20	20
Cebola (g)	10	10	10
Alho (g)	10	10	10
Orégano (g)	10	10	10
Pimenta do reino (g)	10	10	10
Sal (g)	5	5	5
Óleo soja (ml)	5	5	5
Fumaça líquida (ml)	5	5	5

*F0= Controle (Sem adição da farinha de aveia), F1=Adição de 5% da farinha de aveia F2= Adição de 15% da farinha de aveia.*

### Delineamento experimental

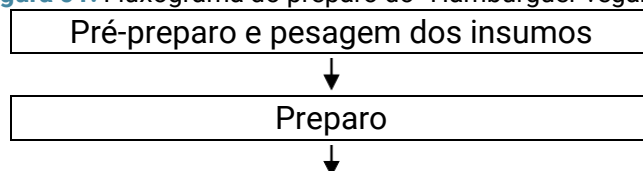
O estudo foi conduzido usando um delineamento inteiramente atualizado com 3 tratamentos e 3 repetições. As 3 formulações de hambúrguer (Tabela 04), foram preparadas misturando-se todos os ingredientes para todas as formulações com exceção da farinha de aveia que foi adicionada em diferentes níveis: F0 controle (sem adição de farinha de aveia), F1 = 5% e F2 = 15%, de inclusão. O delineamento previu 3 repetições totalizando 9 amostras.

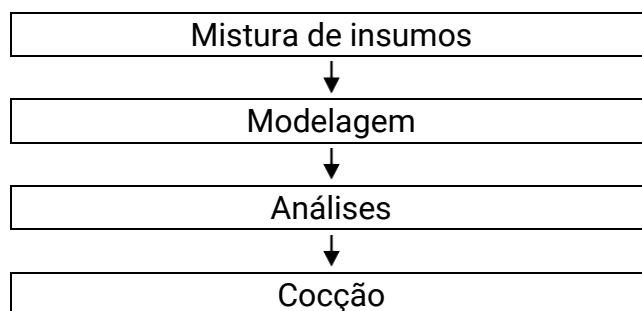
### Formulação dos hambúrgueres

Após as lavagens, a água foi retirada e as matérias-primas foram homogeneizadas para a formação da base vegetal, logo após foram trituradas em processador por 10 minutos e levado ao forno micro-ondas por 4 minutos para o assamento.

O processamento das amostras foi dividido em partes para serem utilizadas na análises físico-química e de rendimento.

**Figura 01:** Fluxograma do preparo do "Hambúrguer vegano".





Fonte: Adaptado de Paula *et al.* (2019).

### Análises Físico-Químicas dos Hambúrgueres

O teor de umidade e cinzas foi determinado de acordo com os métodos da Association of Official Analytical Chemists (AOAC) O resíduo por incineração -cinzas (018/IV) foi determinado incinerando o material em mufla regulada a 550°C até que a amostra alterasse a sua cor para branco ou cinza claro, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados apresentados como média das três repetições.

**PH:** Utilizou-se o método potenciométrico recomendado logo após a elaboração dos hambúrgueres em Phmetro Portátil Mpa-210p por meio de uma da introdução de um eléctrodo de pH no titulado, o que permite medir o pH ao longo da titulação acompanhando a variação de concentração

**Cor instrumental:** Os parâmetros de cor foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Yam e Papadaski (2004) contendo algumas modificações.

As amostras foram colocadas em uma câmara contendo luminária (GIMEX TECHNOLOGY, YJ5851RF). Para a captura das imagens foi usada uma câmera, 13 MP (Samsung, SM-G570M Portable, Brasil) com distância padronizada (19 cm) da lente da câmera até a amostra, bem como a angulação da câmera. A cor foi analisada usando o software Photoshop (Adobe Photoshop, CS6, 2012). A cor das amostras foi determinada em escala CIELAB em valores de luminosidade ( $L^*$ , faixa entre o preto e branco, 0-100) e cromaticidade ( $a^*$ , grau de verde a vermelho, -60 para +60; e  $b^*$ , grau de azul a amarelo, -60 para +60).

### Análise do rendimento

As amostras foram pesadas, após o processamento e aferidos seus diâmetros, utilizando-se um paquímetro nas amostras em triplicata, antes e após tratamento térmico.

Conforme equação 01 para porcentagem de rendimento e equação 02 para porcentagem de encolhimento (MANSOUR; KHALIL, 1997).

(Eq. 01)

$$\% \text{ rendimento} = \frac{\text{Peso da amostra cozida}}{\text{Peso da amostra crua}} \times 100$$

(Eq. 02)

$$\% \text{ encolhimento} = (\text{Diâmetro da amostra crua} - \text{Diâmetro da cozida}) \times 100$$

## Análises estatísticas

Os resultados obtidos da composição centesimal, cor instrumental, o rendimento e encolhimento dos hambúrgueres foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de média Tukey. Os dados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. A análise estatística foi realizada com software (Software SISVAR 5.4).

## Resultados e discussão

### Análises físico-químicas dos hambúrgueres vegano

As análises físico-químicas de composição centesimal dos hambúrgueres vegano estão apresentadas na Tabela 5:

**Tabela 05:** Parâmetros físico-químicos (média  $\pm$  desvio padrão) das formulações do hamburguês vegano.

Determinações	F0 (controle)	F1	F2
pH	5,46 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	5,21 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>	5,22 $\pm$ 0,55 <sup>a</sup>
Umidade (%)	65,92 $\pm$ 1,48 <sup>b</sup>	51,32 $\pm$ 1,07 <sup>a</sup>	52,77 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	0,83 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	1,73 $\pm$ 0,15 <sup>ab</sup>	2,52 $\pm$ 0,66 <sup>b</sup>

Medias seguidas da mesma letra na linha indicam que não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

F0 – CONTROLE F1 – 5%

FARINHA DE AVEIA

F2 – 15% FARINHA DE AVEIA

O valor do pH é classificado como um dos principais métodos indispensáveis para avaliação de parâmetros relacionados à qualidade de produtos cárneos, além de poder influenciar diretamente outras propriedades, como a cor e maciez do produto final. (GEESINK et al., 2000; GUIMARÃES; SILVEIRA; ACURCIO, 2021; OSÓRIO; OSÓRIO; SANUDO, 2009).

O pH dos hambúrgueres veganos à base de fibra de jaca e aveia apresentaram variações de valores sendo 5,46 na formulação F0, 5,21 na formulação F1 e 5,22 na formulação F2, conforme apresentados na Tabela 05, possuindo a faixa de pH próxima de 6,00 que segundo informações dos autores citados a seguir, equivale a um alimento de baixa acidez. As amostras não apresentaram diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ). Segundo Vasconcelos e Melo Filho (2010), os alimentos são considerados de baixa acidez quando seu pH é superior a 4,5 e ácido quando seu pH se encontra abaixo de 4,5. A faixa de pH aproxima do valor de 6,10 encontrado na produção de hambúrguer vegetal de fibra de caju e proteína texturizada de soja por Lima *et al.* (2013). O pH da fibra de aveia possivelmente colaborou com esse resultado.

Em relação a umidade, variaram de 51,32 a 52,77% para as formulações F1 e F2, respectivamente e 65,92% para controle (F0). Foi observado que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formulações F1 e F2 em relação a controle (F0). A redução na umidade no produto final em questão se deu pela mistura de vários ingredientes em sua formulação, incluindo a farinha de aveia, fibra de jaca, proteína de soja e condimentos utilizados, transformando-o em um alimento menos úmido com características próximas de um produto processado (SEGUNDO, *et al.*, 2021). Hambúrgueres de grão de bico estudados por Moro *et al* (2021) apresentaram valores de umidade de 43,30% a 49, 58%, devido a adição de ora-pro- nóbis. Valor inferior ao encontrados no presente trabalho.

Com relação aos parâmetros de umidade e cinzas, valores próximos foram encontrados em um estudo realizado com hambúrguer vegetal elaborado a base do fruto de caju, onde o autor apresenta 49,47 % e 2,89% para umidade e cinzas, respectivamente (LIMA, 2008).

Observando a Tabela 5, o teor de cinzas variou de 0,83 a 2,52% para as Formulações F0, F1 e F2. Além disso, as formulações apresentaram diferenças significativas entre si, sugerindo que a adição da farinha de aveia aumentou o teor de cinza dos hambúrgueres. Segundo Moro *et al* (2021) pode-se encontrar valores de cinzas de 1,73 a 2,52% para as formulações F1 e F2, respectivamente. As Formulações não apresentaram diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ). Sugerindo que a adição de ora-pro-nóbis não afetou o teor de cinza dos hamburgueres. Já Lima *et al* (2013),

encontrou uma variação de 2,07 a 0,09%, de cinzas, em hambúrgueres de fibra de caju e feijão-caupi.

### Análise do rendimento

As análises de rendimento e encolhimento dos hambúrgueres veganos estão apresentadas na Tabela 6:

**Tabela 6:** Rendimento e Encolhimento.

<b>Determinações</b>	<b>F0 (controle)</b>	<b>F1 (5%)</b>	<b>F2 (15%)</b>
Rendimento (%)	30,82±1,89 <sup>a</sup>	68,00±7,2b	73,27±4,30b
Porcentagem de encolhimento (%)	23,14±0,65b	5,08±2,39 <sup>a</sup>	6,82±3,01 <sup>a</sup>

Medias seguidas da mesma letra indicam que não diferiram estatisticamente entre si a 5 % de significância pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

F0 – CONTROLE

F1 – 5% FARINHA DE AVEIA F2 – 15% FARINHA DE AVEIA

Pode-se observar na Tabela 06, que houve uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formulações F0 (30,82%), em relação a F1 (68,0%) e F2 (73,27%), respectivamente. F0 é analisado como menor rendimento, e esse resultado é possível devido a relação direta com a forma que a mesma foi processada, “in natura”, não passando por nenhum processo que pudesse influenciar a perda de água. Em contrapartida F1 e F2 apresentam uma porcentagem maior de rendimento devido a exposição de temperatura por um período, o que certifica ainda mais a notável explicação do maior rendimento na amostra F1 e F2. Em relação ao encolhimento dos hambúrgueres, foi observado que a amostra F0 apresentou uma expansão de 23,14%, pois segundo estudos de Talukder (2015), a fibra de aveia é responsável por reter água, levando a um aumento no produto final, enquanto que as amostras F1 e F2 apresentaram uma redução de diâmetro de 5,08% e 6,82%, sendo o resultado dessas duas equivalentes entre si.

Segundo Pinero *et al.* (2008) a fibra de aveia tem a capacidade de resistir a mudança no produto final, o que ajuda a reduzir o encolhimento em hambúrguer, justificando o baixo percentual de encolhimento encontrado no presente trabalho.

Embora algumas diferenças observadas entre as amostras, vale salientar que os resultados foram muito expressivos quando comparados com estudos

semelhantes, é o que comprova Seabra (2002), que em um estudo utilizando fécula de mandioca e farinha de aveia na formulação de hambúrguer de carne ovina, constatou que a amostra que possuía apenas a fécula apresentou maior rendimento (72,77%) e a menor redução de diâmetro (15,47%) entre todas amostras. Do mesmo modo, Braga (2008) em um experimento adicionando amido de mandioca e farinha de aveia na formulação de hambúrguer de polpa de tilápia-do-nilo, observou que a única amostra que apresentou aumento do rendimento (83,65%) e redução o encolhimento (13,15%) foi a que utilizou a amido de mandioca adicionado à formulação do hambúrguer.

Os estudos acima relatados utilizam matéria prima animal e constaram que a utilização de farinha de aveia colabora de forma positiva nos parâmetros em questão, como o hambúrguer vegano foi elaborado apenas com base vegetal, a quantidade de aveia é maior, o que colabora assim para a maior rentabilidade e menor redução do diâmetro no momento do preparo.

### **Cor instrumental**

A cor do produto representa uma primeira impressão e impacto na avaliação do consumidor, que afeta diretamente na sua vontade de consumir ou rejeitar o produto, fornece também uma indicação sobre o grau de qualidade e conservação. Dentre os fatores citados, a cor e a aparência se destacam entre os mais importantes critérios para estabelecer limites que sugerem parâmetros para realizar a avaliação da qualidade dos produtos (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A utilização de novos ingredientes e matérias-primas não convencionais pode interferir nas cores tradicionais dos alimentos, precisando uma atenção especial dos pesquisadores e indústrias para que o consumidor não perceba essa diferença podendo causar rejeição.

A Figura 2 apresenta a forma visual do hambúrguer vegano:



**Figura 2:** Hambúrguer vegano com suas formulações.



Formulação F0 – controle.

Formulação F1 – 5%  
farinha de aveia.

Formulação F2 -\* 15%  
farinha de aveia.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Para deixar a qualidade físico-sensorial dos alimentos veganos (plant-based), são utilizadas diferentes combinações de vegetais, para que as características desejadas sejam as mais próximas dos produtos oferecidos no mercado, tais como a coloração avermelhada dos produtos, a suculência e a textura provocada pela composição de gordura nesses alimentos (EMBRAPA, 2020).

A Tabela 07 apresenta os resultados das determinações de cor das amostras cruas, levando a uma coloração de tom mais claro quando comparada as assadas que apresentaram uma coloração mais escura, representadas nas tabelas 07 e 08. Esta verificação é importante, pois demonstra o efeito imediato da adição de farinha de aveia, e conseqüentemente faz ligação com a preferência ou não dos consumidores, devido a coloração dos hambúrgueres veganos.

**Tabela 07** - Cor instrumental das formulações dos Hambúrgueres vegano em amostras cruas.

Determinações	F0	F1 (5%)	F2 (15%)
L*	34,66±2,3 <sup>a</sup>	36,0±2,3 <sup>a</sup>	40,33±2,3 <sup>a</sup>
a*	4,0± 0,43 <sup>a</sup>	4,33±0,43 <sup>a</sup>	3,66±0,43 <sup>a</sup>
b*	24,0±0,50 <sup>a</sup>	25,0±0,50 <sup>a</sup>	26,66±0,50 <sup>a</sup>
H	40,33±0,86 <sup>a</sup>	40,0±0,86 <sup>a</sup>	41,66±0,86 <sup>a</sup>

Medidas seguidas da mesma letra na linha indicam que não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p>0,05).

F0 – CONTROLE

F1 – 5% FARINHA DE AVEIA F2 – 15% FARINHA DE AVEIA

Observando a tabela 7 é possível notar que apenas F2 do atributo b\* das variáveis do parâmetro cor instrumental se diferiu estatisticamente das demais formulações de hambúrgueres vegano (p>0,05).

Segundo os estudos de Prati; Moretti; Cardello (2005) para a determinação de cor dos produtos, sabe-se que o valor L\* expressa a luminosidade ou claridade da

amostra, e varia de 0 a 100; por tanto, quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra e quanto mais distante, mais escura. Já os valores de  $a^*$  mais positivos indicam tendência à coloração vermelha, e mais negativa à coloração verde. Para valores de  $b^*$  mais positivos expressam uma maior intensidade de amarelo e mais negativa maior a intensidade de azul.

A cor de um alimento é um parâmetro a ser levado em consideração, pois o produto desenvolvido é diretamente influenciado pela aceitação inicial do consumidor (PRATI; MORETTI; CARDELLO, 2005).

Analisando a Tabela 07 nota-se que o valor de  $L^*$  para todas as formulações estão abaixo de 50, dessa forma, as amostras são caracterizadas como escuras. De uma maneira geral as três formulações apresentaram valores relativamente baixos de luminosidade.

A Figura 03 apresenta a forma visual das massas do hambúrguer vegano antes da moldagem:

**Figura 03:** Amostras do hambúrguer vegano crua.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A tabela 08 apresenta os valores dos parâmetros da análise de cor instrumental ( $L$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $h$ ) das formulações dos hambúrgueres veganos em amostras assadas.

**Tabela 08:** Cor instrumental das formulações dos Hambúrgueres vegano em amostras assadas.

Determinações	F0	F1	F2
L	27,66±5,03a	33,33±3,51a	36,67±3,51a
$a^*$	8,66±1,52a	5,00±1,00a	7,0±2,00a
$b^*$	18,33±7,57a	23,33±0,57a	25,33±1,15a
$h^*$	28,33±4,04a	38,00±1,73b	36,00 ±2,00b

L- Luminosidade;  $a^*$  - coordenada verde (-) e vermelha (+);  $b^*$  - coordenada azul (-) / amarelo (+);  $h^*$  - ângulo de tonalidade.

Medidas seguidas da mesma letra indicam que não diferem estatisticamente entre si a 5 % de significância pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

F0 - CONTROLE

F1 - 5% FARINHA DE AVEIA F2 - 15% FARINHA DE AVEIA

Por meio da análise da tabela 08, é possível observar que a maioria das amostras não tiveram diferenças significativas entre si ( $p > 0,05$ ), embora a formulação F0 do atributo  $h^*$  que representa o ângulo de tonalidade tenha obtido diferença significativa em relação a F1 e F2.

Estudos demonstram que a adição de fibras em produtos cárneos resulta em melhor rendimento durante o cozimento, aumenta a maciez e reduz o custo da formulação (COELHO, SALLAS-MELADO, 2014; GONÇÁLVES et al. 2016; VALENTE et al. 2016).

A Figura 04 apresenta a forma visual das amostras do hambúrguer vegano após a cocção:

**Figura 04:** Amostra do hambúrguer vegano após a cocção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 01:** Ficha técnica de preparação do hambúrguer vegano.

<b>Preparação culinária:</b> Hambúrguer vegano		
<b>Indicação (tipo de cardápio):</b> vegano		
<b>Rendimento:</b> 5 burgers pequenos / 2 burgers grandes		
<b>Gramatura:</b> 50g (pequeno) / 125g (grande)		
<b>Valor Unitário de cada hambúrguer:</b> R\$ 29,90		
<b>Insumos (utensílios e equipamentos)</b>		
Fibra da jaca, cebola, alho, pimenta do reino, sal, orégano, fumaça líquida, proteína da soja, aveia, panela de pressão, facas, colher, escorredor, papel manteiga, tigelas, processador e micro-ondas.		
<b>Matéria prima</b>	<b>Quantidades</b>	<b>Medidas caseira</b>
Fibra da jaca	450g	4 xicaras
Aveia	20g	2 colheres de sopa
PTS	60g	7 colheres sopa
Cebola	2,5g	1 pitada

Alho	2,5g	1 pitada
Pimenta do reino	2,5g	1 pitada
Orégano	1,5g	1 pitada
Sal	1,0g	1 pitada
Óleo	5 ml	¼ colher de sopa
Fumaça líquida	5 ml	¼ colher de sopa

<b>Modo de preparo</b>
<p><b>Preparo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Desfie a jaca e retire a faca com auxílio de uma faca;</li> <li>2- Cozinhar a fibra da faca em uma panela de pressão por 10 minutos a partir do momento da pressão;</li> <li>3- Sanitizar (deixar os utensílios de molho por 15 minutos, depois lavar em água corrente e utilizar);</li> <li>4- Processar a proteína de soja juntamente com a fibra da jaca cozida;</li> <li>5- Colocar a mistura (fibra da jaca e a pts.) em uma tigela adicionado os ingredientes, e misturar tudo até que se torne uma massa uniforme;</li> <li>6- Moldar em papel manteiga e levar ao forno por 2 minutos.</li> </ol>

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

## Conclusões

O presente trabalho permitiu desenvolvermos um produto alimentício vegano tipo hambúrguer com adição de fibra de jaca e fibra de aveia, juntamente com a adição de fumaça líquida utilizada, principalmente, em carnes de hambúrgueres, além de uma grande variedade de alimentos. A aplicação da fumaça líquida em conjunto com a adição da farinha de aveia, tem a finalidade de avaliar sua influência com a defumação e a intenção de compra do produto, acarretando em vantagens como a diminuição da poluição do ar e eliminação da carga residual de serragem, maior segurança do processo, que é realizado sem risco de fogo ou explosão e maior uniformidade da cor e do sabor do produto, possuindo maior facilidade na aplicação e limpeza.

As análises dos resultados demonstraram que as características físico-químicas das amostras foram de caráter positivo tornando o hambúrguer artesanal vegano seguro e benéfico para os consumidores. Sendo assim, os objetivos da pesquisa foram alcançados, sendo melhor indicadas as formulações F0 correspondente ao processamento com a fruta "in natura" possuindo maior probabilidade de compra e consumo. A F1 também é indicada por possuir a coloração

um pouco mais clara que a F2, sendo de maior agrado dos consumidores. Mas há ainda outras análises para serem feitas, como vida de prateleira, qualidade proteica e carboidratos, presença de compostos fenólicos e moléculas bioativas.

Em virtude disso, a pesquisa é uma fonte de conhecimento, o qual promove impulsos positivos com maior conhecimento sobre os estilos de vida vegano e vegetariano, orientação sobre principais ingredientes que podem ser acrescentados ou até mesmo substituídos por produtos cárneos, além de ajudar quem pretende adotar as dietas veganas e vegetarianas, isso incluindo empresas e pessoas que precisam de mais conhecimento para planejamento de seus produtos voltados a esse seguimento.

## Referências

BELLONI, L. **O ingrediente secreto que faz este burger vegano ter gosto idêntico ao de carne**. In: HuffPost Brasil, São Paulo-SP, abr./2019. Disponível em: [https://www.huffpostbrasil.com/entry/impossible-burger-carne\\_br\\_5ca4c267e4b0798240259b26](https://www.huffpostbrasil.com/entry/impossible-burger-carne_br_5ca4c267e4b0798240259b26). Acesso em: 22.out.2021.

FERRIGNO, M. F. **Veganismo e libertação animal: um estudo etnográfico**. 2012. 294 p. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, 2012.

GRANDI, G. **Nestlé e Burger King investem em hambúrguer vegetariano com sabor de carne**. In: Gazeta do Povo. Abr./2019. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/produtos-ingredientes/hamburguer-vegetariano-sabor-de-carne/>. Acesso em: 12.out.2021.

KARLSEN, M. C., et al. Theoretical Food and Nutrient Composition of Whole-Food Plant- Based and Vegan Diets Compared to Current Dietary Recommendations. **Nutrients**, v. 11, n. 3, p. 625, 2019. DOI: 10.3390/nu11030625.

LIBÓRIO, P. T. H. R. **Elaboração de hambúrguer de galinha poedeira adicionado de farelo de aveia como substituto de gordura**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia de Alimentos, Garanhuns, BR - PE, 2019.

LIMA, É. C. **Produção de Hambúrguer Vegano de Grão-de-bico com Resíduo Agroindustrial de Acerola**. 2018. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal Do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MANSOUR, E. H; KHALIL, A. H. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by varioustypesofw heat fibers. **Food Research International**, v. 30, n. ¾, p. 199-

205,1997.

LIMA, J.R et al. **Elaboração de Hambúrguer Vegetal de Fibra de Caju e Feijão – Caupi.**

Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/299529625\\_Elaboracao\\_de\\_Hamburguer\\_Vegetal\\_de\\_Fibra\\_de\\_Caju\\_e\\_Feijao-Caupi](https://www.researchgate.net/publication/299529625_Elaboracao_de_Hamburguer_Vegetal_de_Fibra_de_Caju_e_Feijao-Caupi)>. Acesso em: mar.2023. Comunicado Técnico 203. ISSN 1679-6535. Fortaleza – CE. Nov. 2013.

MARCINKOWSKI, E.A. **Estudo da cinética de secagem, curva de sorção e predição de propriedades termodinâmicas de proteína texturizada de soja.** 2006. 127f.

Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

MARQUES, J. M. **Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia.** 2007. 55 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MELO, G. L., et al. Caracterização das propriedades físicas e físico-químicas da jaca in natura e desidratada, **Anais do XII Seminário de Iniciação Científica da UESC**, Bahia, p.114-115, 2006.

MORAIS D. N., et al. Desenvolvimento de Hambúrguer 100 % Vegetal a Base de Polpa e Farinha da Semente de Jaca (*Artocarpusheterophyllus L.*). In: XV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos- GBCTA/ X CIGR Section VI International Technical Symposium: Alimentação: a árvore que sustenta a vida, **Anais...** FAURGS- Gramado/RS, 2016.

MOUAT, M. J.; PRINCE, R; ROCHE, M. M. Making value out of ethics: The emerging economic geography of lab-grown meat and other animal-free food products.

**Economic Geography**, v. 95, n. 2, p. 136-158, 2019. DOI: 10.1080/00130095.2018.1508994.

RUNNER'S. **Hambúrguer vegano industrializado que imita carne é mesmo uma opção saudável?** In: iG. Jun./2019. Disponível em:

<https://delas.ig.com.br/alimentacao-e-bem-estar/2019-06-16/hamburguer-vegano-industrializado-que-imita-carne-e-mesmo-uma-opcao-saudavel.html>. Acesso em:09.out.2021.

SOLOMON, M. R. **O comportamento do consumidor: comprando, possuindo e sendo.** 9ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

TRIGUEIRO, A. Consumo, ética e natureza: o veganismo e as interfaces de uma política de vida. **R. Inter. Interdisc. INTERthesis**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 237-260, jan./jun. 2013.

VASCONCELOS, M. M. C., et al. Avaliação de compra e consumo da bolinha de queijo (sem glúten) elaborada com a semente da jaca (*Artocarpus integrifolia L.*). In: VII,

Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI, Palmas/TO. 2012. **Anais...** Palmas, 2012. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/4279>. Acesso em: 09.out.2021.

VILELA, D. B. L. **Ativismo vegano em Natal (RN): Uma etnografia sobre mobilização política, alimentação ética e identidades**. 2013. 150 p. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

YAM, K. L.; PAPADAKIS, S. E. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 137–142, 2004.

**ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE MULTIMISTURA  
ELABORADA COM FARINHA DE BATATA DOCE**

**ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE LA MULTIMEZCLA  
ELABORADA CON HARINA DE CAMOTE**

**PHYSICOCHEMICAL ASPECTS OF MULTIMIXTURE  
MADE WITH SWEET POTATO FLOUR**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.527-544>

**Marina Santos Nascimento**

Bacharelado em Agroindústria, Instituição, [marinamento12@gmail.com](mailto:marinamento12@gmail.com)

**Danilo Santos Souza**

Departamento de Agroindústria do Sertão, Universidade Federal de Sergipe,  
[daniloss@academico.ufs.br](mailto:daniloss@academico.ufs.br)

**Karina Magna Macena Leão**

Doutorado, Departamento de Agroindústria do Sertão, Universidade Federal de Sergipe,  
[jdrps@academico.ufs.br](mailto:jdrps@academico.ufs.br)

**Jane Delane Reis Pimentel Souza**

Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe, [kmagnaleao@gmail.com](mailto:kmagnaleao@gmail.com)



## Resumo

As multimisturas são produzidas a base de farelos com alto valor nutritivo, baixo custo e sua utilização é evidenciada no combate à desnutrição de crianças e adultos. Em sua elaboração dá-se preferência a matéria-prima facilmente encontradas na região. No estado de Sergipe são cultivados batata doce, amendoim, quiabo e gergelim, matérias-primas selecionadas para a elaboração das multimisturas. Desta maneira, propôs-se a utilização da farinha de batata doce (FBD) em substituição à farinha de mandioca (FM) na formulação de uma multimistura, a fim de agregar valor nutricional além de valorizar a produção local. Foram propostos 3 tratamentos variando-se o percentual de substituição de farinha de batata doce nas proporções T1 (100% FM), T2 (50% FM; 50% FBD), T3 (100% FBD). Os demais ingredientes, gergelim, amendoim, sementes de melancia, abóbora e quiabo não variaram. Foram realizadas análises de pH, acidez e umidade, cinzas, proteínas, lipídios e conteúdo mineral (sódio, cálcio, potássio, ferro e magnésio). Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) com relação ao conteúdo de proteína, gordura total, acidez total e pH, cujas médias para o T2 foram de 10,80 g/ 100g de proteína, 18,43 g/ 100g de gordura total, 1,21 g /100g de acidez total e 6,43 de pH. O conteúdo de cinzas foi maior para o T3 com 2,10 g/ 100g seguido de 1,94 g/ 100g para o T2 e 1,81 g/100g para o T1. Quanto ao conteúdo de minerais observou-se um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) apenas para o cálcio quando utilizada a farinha de batata doce, com médias de 177, 188 e 199 mg/100g para T1, T2 e T3, respectivamente. As multimisturas estudadas podem ser consideradas fontes de cálcio cujo consumo de 100g pode suprir a necessidade de ingestão diária deste mineral. A produção de multimistura com 100% de farinha de batata doce deve favorecer o processamento e aproveitamento de matérias-primas cultivadas e consumidas no estado na elaboração de um produto de fácil acesso para a população, além de ser uma importante fonte de nutrientes e minerais.

**Palavras-Chave:** fonte de cálcio; conteúdo mineral; produção local.

## Resumen

Las multimezclas se producen a base de salvado de alto valor nutritivo, de bajo costo y se evidencia su uso en el combate a la desnutrición en niños y adultos. En su elaboración se da preferencia a las materias primas que se encuentran fácilmente en la región. En el estado de Sergipe se cultivan boniatos, maní, okra y sésamo, materias primas seleccionadas para la elaboración de multimezclas. De esta forma, se propuso utilizar harina de camote (FBD) en reemplazo de la harina de yuca (FM) en la formulación de una multimezcla, con el fin de agregar valor nutricional además de valorizar la producción local. Se propusieron tres tratamientos, variando el porcentaje de reposición de harina de boniato en las proporciones T1 (100% FM), T2 (50% FM; 50% FBD), T3 (100% FBD). Los otros ingredientes, semillas de sésamo, maní, sandía, calabaza y okra no cambiaron. Se realizaron análisis de pH, acidez y humedad, cenizas, proteínas, lípidos y contenido de minerales (sodio, calcio, potasio, hierro y magnesio). No hubo diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en relación al contenido de proteína, grasa total, acidez total y pH, cuyas medias para T2 fueron 10.80 g/100g de proteína, 18.43 g/100g de grasa total, 1.21 g/100g de grasa total acidez y 6,43 de pH. El contenido de cenizas fue mayor para T3 con 2,10 g/100g seguido de 1,94 g/100g para T2 y 1,81 g/100g para T1. En cuanto al contenido de minerales, se observó un aumento

significativo ( $p < 0,05$ ) solo para el calcio cuando se utilizó harina de boniato, con medias de 177, 188 y 199 mg/100g para T1, T2 y T3, respectivamente. Las multimezclas estudiadas pueden considerarse fuentes de calcio cuyo consumo de 100g puede cubrir la necesidad de ingesta diaria de este mineral. La elaboración de multimezcla con 100% harina de camote debe favorecer el procesamiento y aprovechamiento de materias primas cultivadas y consumidas en el estado en la elaboración de un producto de fácil acceso para la población, además de ser una importante fuente de nutrientes y minerales.

**Palabras Clave:** fuente de calcio; contenido de minerales; producción local.

## Abstract

Multimixtures are produced based on bran with high nutritional value, low cost and their use is evidenced in the fight against malnutrition in children and adults. In its preparation, preference is given to raw materials easily found in the region. In the state of Sergipe, sweet potatoes, peanuts, okra and sesame are cultivated, selected raw materials for the preparation of multimixtures. In this way, it was proposed to use sweet potato flour (FBD) to replace cassava flour (FM) in the formulation of a multimixture, in order to add nutritional value in addition to valuing local production. Three treatments were proposed, varying the percentage of replacement of sweet potato flour in the proportions T1 (100% FM), T2 (50% FM; 50% FBD), T3 (100% FBD). The other ingredients, sesame, peanut, watermelon, pumpkin and okra seeds did not change. Analyzes of pH, acidity and humidity, ash, proteins, lipids and mineral content (sodium, calcium, potassium, iron and magnesium) were carried out. There was no significant difference ( $p > 0.05$ ) in relation to protein content, total fat, total acidity and pH, whose means for T2 were 10.80 g/100g of protein, 18.43 g/100g of fat total, 1.21 g /100g of total acidity and 6.43 of pH. The ash content was higher for T3 with 2.10 g/100g followed by 1.94 g/100g for T2 and 1.81 g/100g for T1. As for the mineral content, a significant increase ( $p < 0.05$ ) was observed only for calcium when sweet potato flour was used, with means of 177, 188 and 199 mg/100g for T1, T2 and T3, respectively. The multimixtures studied can be considered sources of calcium whose consumption of 100g can meet the need for daily intake of this mineral. The production of multimixture with 100% sweet potato flour should favor the processing and use of raw materials grown and consumed in the state in the preparation of a product that is easily accessible to the population, in addition to being an important source of nutrients and minerals.

**Keywords:** source of calcium; mineral content; local production.

## Introdução

O princípio da multimistura era “a qualidade é dada pela variedade”, ou seja, é mais nutritivo usar menor quantidade e maior variedade, que muita quantidade e pouca variedade. A difusão do uso da multimistura é fundamentada em três idéias principais: (1) aproveitar todas as partes das plantas, ditas “comestíveis”; (2) resgatar hábitos alimentares tradicionais, perdidos com a migração do homem do campo para a cidade

e (3) enriquecer a alimentação em fibras, proteínas, vitaminas e minerais utilizando produtos de baixo custo (Farfan, 1998; Madruga & Câmara, 2000).

No Brasil, sobretudo na região Nordeste, quando se comprara dados estatísticos da década de 90 ao quadro atual, referente á população de crianças brasileiras menores de cinco anos de idade, depara-se com a diminuição de formas graves de desnutrição, percebidas nas desproporções entre peso e altura, dessa população (MONTEIRO,2009; CHAGAS *et al.*, 2013).

A multimistura trata-se de um tipo de alimentação alternativa, constituída basicamente por farelo de trigo ou arroz, pós da casca de ovo e da folha de mandioca, farinha de trigo e fubá comum. Foi muito utilizada no combate à desnutrição, através de parcerias entre instituições não governamentais e alguns governos municipais (Glória *et al*, 2004). Trata-se de um complemento alimentar composto das partes usualmente não consumidas dos alimentos: folhas (mandioca, batata-doce), cascas (ovo, banana), sementes (girassol, abóbora) e farelos (trigo e arroz) e é recomendada como fonte de macro e micronutrientes (De Oliveira Barbosa *et al*, 2006).

No entanto, diferentes possibilidades de multimistura são utilizadas em diferentes locais, uma vez que, além de alto valor nutritivo e baixo custo, é recomendado que seja de produção regionalizada e tenha bom paladar. Embora sejam escassos estudos que abordem os aspectos sensoriais das multimisturas. Matérias-primas como batata-doce, amendoim e gergelim são muito comuns no estado de Sergipe. A batata-doce além de seu elevado conteúdo de carboidratos é rica em fibras, vitaminas A, C e do complexo B (TACO, 2011).

O amendoim é um alimento com alto valor energético, possui alto valor nutritivo, é rico em fibras, reduz o colesterol ruim e confere saciedade. O gergelim apresenta teores consideráveis de fibra alimentar e de antioxidantes, com destaque para o conteúdo de compostos fenólicos, fitatos, lignanas e tocoferóis (Silva *et al*, 2011). O gergelim tem baixo custo, apresenta facilidade e variedade nas formas de preparo, além de sabor e aroma agradáveis, o que o torna um alimento com grande potencial para a promoção do consumo de antioxidantes naturais (Silva *et al*, 2011) e para uso na formulação de multimisturas.

Essa pesquisa, resgata o estudo de multimisturas, valorizando o valor nutricional destes complementos alimentares, utilizando matérias-primas facilmente

encontradas na região. Ressalta-se que é o resgate da sabedoria popular com colaboração científica para evidenciá-la. Desta maneira, o objetivo foi elaborar e caracterizar uma multimistura utilizando a farinha de batata doce em substituição à farinha de mandioca.

## Referencial teórico

### Multimistura

O problema da fome e da desnutrição parte de uma situação óbvia: o acesso à alimentação. Se isto não é possível, sejam quais forem os motivos, surge a necessidade de serem encontradas alternativas que permitam o acesso à alimentação, e conseqüentemente, aos nutrientes necessários à sobrevivência. No ano de 2022, 10 anos depois do Brasil ter saído do mapa da fome, presenciamos o retorno do país a este triste patamar. A estimativa da Rede Penssan (2022) cerca de 33,1 milhões de pessoas estavam em situação de insegurança alimentar grave no Brasil.

Com este objetivo, surgiu a Alimentação Alternativa (AA), nome usado para designar a proposta de promover o uso de alimentos e subprodutos agroindustriais não convencionais, ricos em vitaminas e minerais, acessíveis a toda população, na qual se insere a “multimistura”, que pode ser definida como um produto obtido, basicamente, da mistura de farelos de trigo e arroz, pó de folhas verdes, pó de sementes e pó de casca de ovos; sendo seu uso difundido por entidades governamentais e não governamentais, tais como a Pastoral da Criança (CNBB) e Fundação Nacional de Saúde, a fim de diminuir o quadro da desnutrição Nacional.

A proposta da Alimentação Alternativa foi desenvolvida pelos médicos Clara e Rubens Brandão e começou a ser praticada no ano de 1976, na cidade de Santarém, Pará (Bittencourt, 1998). Ao mesmo tempo em que quadros de desnutrição e pobreza começaram a ser revertidos no Brasil, intervenções alimentares foram colocadas em prática, variando desde os mais tradicionais programas de suplementação alimentar (PSA), até alternativas simplificadas e de baixo custo, como o uso de subprodutos não convencionais (Gutierrez *et al.*, 1998).

Escoda (2002) descreve que a má-nutrição pode dar-se por diferentes etiologias: por déficit alimentar, com manifestações na desnutrição energético-protéica e nas carências de vitaminas e minerais; e por excesso alimentar;

principalmente através do consumo excessivo de hidratos de carbono e proteínas de baixo valor biológico, gerando dislipidemias e diabetes II.

Santos *et al.* (2001) definem a Alimentação Alternativa como a “proposta de promover na dieta brasileira o uso de alimentos tradicionais e não tradicionais ricos em vitaminas e minerais, acessíveis a toda população”. Entre os alimentos promovidos encontram-se: farelos, farinhas, folhas verdes, cascas (de frutas, verduras e ovos), sementes, entre outros. Mascarenhas *et al.* (1994) destacam que a multimistura é um dos pontos chave da proposta da Alimentação Alternativa, a qual se constitui na mistura dos alimentos promovidos, visando a obtenção de um produto “mais enriquecido nutricionalmente”. Destacam também o princípio da multimistura, de que “a qualidade é dada pela variedade”.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em sua Resolução RDC nº263, de 22 de setembro de 2005 sobre o “Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos” que determina a identidade e as características de produtos derivados de vegetais. Farelos compreendem-se como “produtos resultantes do processamento de grão de cereais, ou leguminosas, constituídos principalmente de cascas ou gérmen, podendo conter partes do endosperma”. Em se tratando do uso de mais de um farelo a designação passa a ser Mistura de Farelo e ainda se houver adição de mais ingredientes, Mistura à Base de Farelos (BRASIL, 2005).

A multimistura é muito questionada quanto ao valor nutricional intrínseco da preparação e quanto à sua adequação frente às necessidades nutricionais dos grupos etários e fisiológicos aos quais prioritariamente pretende contemplar. Se por um lado, a Pastoral da Criança afirma ter resultados bastante satisfatórios em suas comunidades de atuação, principalmente com a recuperação de crianças com deficit nutricional, por outro lado a comunidade científica da área de alimentação e nutrição levanta inúmeros questionamentos à esta prática (Santos *et al.*, 2001). Madruga *et al.* (2004) relatam que no Hospital Universitário Lauro Wanderley (UFPB),

o programa de Alimentação Alternativa não utiliza a multimistura apenas para casos de desnutrição, mas também em patologias como: diabetes, hiperlipemia, constipação intestinal e em portadores do vírus HIV. Analisando de maneira geral

cada situação, a utilização da multimistura, em casos de hiperlipemia e constipação, podem ter algum propósito se considerarmos sua riqueza em fibras.

No caso da diabetes, a mesma expectativa com os efeitos fisiológicos das fibras alimentares não se justifica, pois os principais ingredientes da multimistura, farelos e farináceos, apresentam elevados teores de carboidratos disponíveis. Também não parece muito sensata a utilização da multimistura em pessoas com o sistema imunológico comprometido ao mesmo tempo em que se discutem os padrões e a qualidade microbiológica da multimistura.

De acordo com Brandão (1996), o uso da multimistura em doses mínimas, mas constantemente acrescidas à alimentação, fornece nutrientes considerados indispensáveis para promover um ótimo crescimento da criança e do feto, aumentando a resistência a infecções, prevenindo e curando a anemia nutricional, diminuindo diarreias, reduzindo doenças respiratórias, elevando a produção de leite materno e mantendo a saúde. Porém, a maioria dos trabalhos científicos desenvolvidos com a finalidade de avaliar a eficácia deste suplemento alimentar, tem demonstrado fragilidade nos argumentos utilizados em favor dos seus supostos benefícios.

## Legislação

Em junho de 2000, foi criado o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Misturas à Base de Farelos de Cereais. Neste, a multimistura ficou definida como produto obtido através da secagem, torragem, moagem e mistura de ingredientes de origem vegetal; também foram estabelecidos os ingredientes de presença obrigatória (farelos torrados de trigo ou de arroz ou de milho e/ou aveia, em quantidade mínima de 70%, pó de folha de mandioca, batata doce, abóbora e/ou chuchu), e os opcionais na formulação (Vizeu *et al.*, 2005; Brasil, 2000).

Algumas características químicas da multimistura foram fixadas nos seguintes valores (Brasil, 2000): - máximo de 6,0% para umidade e substância voláteis a 105°C; - mínimo de 5,5% de resíduo mineral fixo; - mínimo de 8,0% de fibra bruta; - máximo de 0,1% de ácido fítico; - máximo de 0,004 mg/kg de ácido cianídrico e - máximo de 5,0% de acidez em solução N (mL/100g).

Em setembro de 2005 foi aprovado o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos, também com este, foi revogada a resolução que estabelecia o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Misturas à Base de Farelos de Cereais (Brasil, 2005), ficando estabelecido apenas um valor máximo para umidade e substâncias voláteis, de 15%, para produtos à base de cereais, tais como a multimistura.

### Sementes na Composição da Multimistura

Pós de sementes são ingredientes comuns em multimisturas. As sementes mais usualmente utilizadas nestas formulações são as sementes de gergelim, abóbora, melancia, girassol e melão (Farfan, 1998; Madruga & Câmara, 2000; Vizeu et al., 2005; Santos et al., 2004).

Os grãos de gergelim possuem elevado valor nutricional em virtude de quantidades significativas de vitaminas, principalmente do complexo B e de constituintes minerais como cálcio, ferro, fósforo, potássio, magnésio, sódio, zinco e selênio. Estes apresentam considerável quantidade de óleo (44 a 58%), composto de ácidos graxos insaturados, oléico (47%) e linoléico (41%), além de vários constituintes secundários como sesamol, sesamina, sesamolina e gama tocoferol, determinantes de sua elevada qualidade, em especial, a estabilidade química em decorrência da resistência à rancificação por oxidação (EMBRAPA, 2007).

O amendoim é classificado dentro da família das leguminosas. São cerca de 69 espécies, sendo a *Arachis hypogaea* Lineu, o amendoim comum, que é a mais conhecida e amplamente cultivada em todos os países com clima tropical, e tem como característica a produção subterrânea de sementes (PEIXOTO, 1992).

O grão de amendoim é formado pela casca ou pericarpo (28 - 30%), o perisperma ou tegumento que é a fina película que envolve o endosperma (1,45 - 3,22%), o embrião (1,8 - 2,6%) e a amêndoa (67,70 - 71,88%). O conteúdo médio de água é 5,4%, de carboidratos 11,7%, de fibras 2,5% e de cinzas 2,3% (PEIXOTO, 1992). O conteúdo de proteína (22 -30%) pode variar de acordo com a cultivar, a localidade, a estação do ano e a maturidade da semente (PROSEA, 1997).

Este grão é um alimento altamente energético (582 calorias.100g<sup>-1</sup>), pois suas sementes são ricas em óleo (48,7%), constituído por 80% de ácidos graxos

insaturados, dentre eles o oléico e o linoléico (COELHO, 2003). O óleo e suas proteínas têm alta qualidade nutricional, o que determina o expressivo valor econômico nos países de primeiro mundo e naqueles que têm limitações de suplementação protéica na dieta alimentar (MACEDO, 2004).

### Batata-doce

A batata doce é uma dicotiledônea pertencente à família Convolvulaceae, gênero *Ipomoea* e espécie *Ipomoea batatas* (L) Lam. É um vegetal de cultivo mundial, tanto como alimento quanto para forragem para o gado, dentre outros usos. No Brasil é muito popular sendo cultivada em todo território do país. A planta é rústica, de ampla adaptação, alta tolerância a seca e de fácil cultivo (EMBRAPA, 2006). É uma hortaliça do grupo dos tuberosos feculentos (vegetais que armazenam reserva nos seus órgãos subterrâneos) assim como a batata, o cará, o inhame, a mandioca e a mandioquinha salsa. É distinta pela forma, sabor, textura e cor da raiz tuberosa (as mais comuns são as de cor branca, creme, amarela, laranja e roxa) (JOSÉ, 2012). É considerada uma cultura alimentícia de grande valor por ser rica em carboidratos e nutrientes. Além disso, sua importância econômica e social está ligada à produção por agricultores familiares que, em pequenas propriedades, tem na cultura sua subsistência (SOARES; MELO; MATIAS, 2002; SILVEIRA, 2007; ISLAM, 2014).

Altamente energética, a batata doce é rica em carboidratos com teores que variam de 13,4 a 29,2% de amido; 4,8 a 7,8% de açúcares solúveis; 2,0 a 2,9% de proteínas e de 0,3 a 0,8% de gorduras (SOARES; MELO; MATIAS, 2002). A utilização da batata doce na alimentação humana não se limita, no entanto, ao consumo das raízes tuberosas. As folhas, consumidas em grande escala em países africanos, são excelentes fontes de proteína, glicídios, cálcio, fósforo e ferro, além de vitamina A e vitamina C (XIAODING, 1995; MALUF, 2003).

### Metodologia

Essa pesquisa é quantitativa, sendo que o material utilizado foi adquirido de comunidades e cooperativas do interior de Sergipe. As farinhas de semente de melancia, semente de abóbora, semente de quiabo e gergelim foram adquiridos de uma agricultora do movimento dos pequenos agricultores (MPA) de Porto da Folha –



SE. A farinha de mandioca utilizada foi da “Cooperativa dos Produtores de farinha de mandioca do município de Campo do Brito Ltda” adquirida no comércio local de Nossa Senhora da Glória. A farinha de batata doce utilizada foi da “COOPERAFES – Cooperativa de produção da agricultura familiar e economia solidária do município de Simão Dias” e o amendoim da “COOBEC – Cooperativa de Beneficiadores de Castanhas do Carrilho, todas do estado de Sergipe.

### Obtenção das farinhas

Inicialmente as sementes de melancia, abóbora e quiabo foram limpas, lavadas e secas ao sol, dispostas em bandejas. Depois foram individualmente torradas numa panela em fogo brando e mexendo sempre, até o ponto que começasse a estourar. Depois de torradas foram colocadas em uma bandeja para esfriar, e então armazenadas até o momento da moagem. Depois de moídas, cada uma foi peneirada e armazenada. O amendoim foi apenas moído, pois já foi adquirido o amendoim torrado e sem casca.

### Elaboração das multimisturas

O estudo contemplou 3 tratamentos, com diferentes percentuais de farinha de mandioca e farinha de batata doce, conforme disposto no Quadro 1.

**Quadro 1:** Planejamento utilizado para formulação das multimisturas.

Tratamentos	% Farinha de mandioca	% Farinha de batata doce
T1	100	0
T2	50	50
T3	0	100

Fonte: própria (2023).

A formulação da multimistura foi uma adaptação de uma receita produzida por uma agricultora do movimento dos pequenos agricultores (MPA) de Porto da Folha – SE. Foram ajustados, sobretudo os percentuais de sementes de melancia, abóbora e quiabo utilizadas, e adicionalmente foi estudada a utilização de farinha de batata doce em substituição à farinha de mandioca. A formulação base para multimistura foi, para cada 100g de multimistura: 1g semente de melancia (1g), semente de abóbora (2g),

semente de quiabo(2g), semente de gergelim (25g), amendoim (20g), e 50 g de farinha (mandioca e/ou batata doce). As quantidades de cada ingrediente foram misturadas em um recipiente e homogeneizados manualmente, para cada um dos 3 tratamentos. Depois disso, as multimisturas foram armazenadas para posterior análises.

## Análises físico químicas

### pH

O pH foi determinado, utilizando-se potenciômetro seguindo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Foi pesado 10 g da amostra em um béquer e dilua com auxílio de 100 ml de água. Depois o conteúdo foi agitado até que as partículas, fiquem uniformemente suspensas.

### Umidade

A determinação de umidade foi realizada por método gravimétrico em estufa a 105°C, até peso constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2004). Cerca de 3,0 g de amostra foi pesado em cadinho previamente tarado e levado à estufa, as amostras foram retiradas, resfriadas em dessecador e pesadas. As análises foram realizadas em triplicata.

### Acidez álcool solúvel

A acidez álcool solúvel foi realizada conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2004). Foi pesado cerca de 3 g da amostra, posteriormente foi transferida para um frasco Erlenmeyer de 125 ml com o auxílio de 50 ml de água. Adicionado de 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína e titule com solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M, até coloração rósea.

### Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada por método gravimétrico em forno tipo mufla, até peso constante. As amostras foram pesadas e colocadas na mufla a 550 °C até completar a incineração. O teor de cinzas pode ser calculado pela:

Equação 2=  $(100 \cdot N)/P = \% \text{ cinzas}$ .

Onde, N = n° de g de cinzas; P = n° de g da amostra.

### **Análise de minerais**

Foram pesados 0,2 g das amostras e transferidas para os tubos de digestão, onde se iniciou uma decomposição por via úmida, utilizando 7 ml de ácido nítrico 65% (v/v). Essa digestão ocorreu por 3 horas com um auxílio de um bloco digestor a 150 °C e ocorreu em sistema fechado com refluxo (“dedo frio”). Após esse processo, as amostras passaram por um processo de filtração, uma vez que qualquer impureza sólida prejudicaria a bomba do equipamento. As amostras então foram analisadas em um equipamento de espectrometria de emissão atômica com plasma de micro-ondas (MP AES) para a determinação dos minerais presentes. A quantificação foi realizada pela comparação das leituras das amostras com curva analítica de padrão externo, dos respectivos elementos.

### **Análises estatísticas**

Os dados foram avaliados por ANOVA e teste de média Tukey utilizando-se programa SISVAR.

## **Resultados e discussão**

Os resultados das análises de caracterização das multimisturas estão expostos nas tabelas 2 e 3. Observando os resultados podemos concluir que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os 3 tratamentos com relação ao conteúdo de proteína, gordura total, acidez total e pH, ou seja, a utilização de farinha de mandioca ou farinha de batata doce não interferiram nestes parâmetros da composição centesimal das multimisturas, a exceção foi o conteúdo de umidade e cinzas. De acordo com a Resolução RDC nº263 da ANVISA (BRASIL, 2005) para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, em que a multimistura está incluída é estabelecido apenas um teor máximo de umidade e substâncias voláteis para a multimistura, sendo de 15%. Portanto, de acordo com a tabela 02 pode-se afirmar que as multimisturas elaboradas estão de acordo com o parâmetro estabelecido na legislação.

De acordo com o Kaminski 2006, como nas multimisturas as proteínas são de origem vegetal, deduz-se que estas sejam de menor valor biológico. No entanto, deve-se considerar que mesmo uma pequena contribuição da multimistura quanto a este

nutriente pode ser muito importante, uma vez que deficiência proteica tem sido apontada como principal problema das dietas de populações carentes. Tal fato é ressaltado por alguns autores, que frisam a possibilidade do aproveitamento de folhas verdes e outras matérias-primas, atualmente pouco utilizadas ou desperdiçadas, como fontes proteicas. Entre as novas formulações de multimisturas propostas sugerem-se a inclusão de ingredientes de alta qualidade proteica quanto ao perfil aminoácido, são exemplos o leite em pó, e a farinha de milho.

**Tabela 1:** Valores da composição química, pH e Acidez das multimisturas elaboradas.

Tratamento	Umidade (g)	Cinzas (g)	Proteínas (g)	Gordura Total (g)	Acidez Total (g)	pH
T1	6,07 <sup>a</sup>	1,81 <sup>c</sup>	10,43 <sup>a</sup>	19,90 <sup>a</sup>	1,18 <sup>a</sup>	6,44 <sup>a</sup>
T2	5,12 <sup>b</sup>	1,94 <sup>b</sup>	10,80 <sup>a</sup>	18,43 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>	6,43 <sup>a</sup>
T3	5,01 <sup>b</sup>	2,10 <sup>a</sup>	10,93 <sup>a</sup>	18,82 <sup>a</sup>	1,35 <sup>a</sup>	6,30 <sup>a</sup>

\*Médias com letras iguais, na coluna, não diferem entre si estatisticamente ( $p > 0,05$ ).

Fonte: própria (2023).

Em relação ao teor de cinzas não é possível afirmar se as multimisturas serão eficazes na complementação das dietas porque a legislação atual não estabelece um limite mínimo de cinzas, por isso a melhor forma de analisar o potencial de suplementação mineral das multimisturas pode ser melhor definido a partir de uma análise específica de minerais.

Logo abaixo na tabela 3 estão expostos os resultados para os minerais. Os teores de cinzas das amostras foram diretamente relacionados com os respectivos teores dos minerais individuais ( $p < 0,05$ ), com exceção do Ca. Pode-se observar que não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os 3 tratamentos com relação ao conteúdo de sódio, potássio, ferro e magnésio. Contudo houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) quando se observa os resultados de cálcio entre os 3 tratamentos, é notório que os tratamentos que apresentaram os maiores teores de cálcio foram os que tiveram maior quantidade de farinha de batata doce em sua formulação.

Segundo a ANVISA (Agência Nacional da Vigilância Sanitária) a ingestão Diária Recomendada (IDR) é a quantidade de proteína, vitaminas e minerais que deve ser consumida diariamente para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas de uma população sadia. De acordo com a legislação, Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998, para um alimento ser considerado fonte de

mineral específico, deve fornecer no mínimo 15% da quantidade da ingestão diária recomendada (IDR) deste, enquanto que para ser considerado de alto teor, esta percentagem deve ser de no mínimo 30%.

De acordo com isso é possível fazer uma avaliação para determinar se as multimisturas atendem ao conteúdo de IDR com base na legislação, a ingestão diária de sódio não deve exceder 2300 mg/d, então para uma ingestão de 100g de multimisturas das três formulações as pessoas estariam consumido cerca de 15% da ingestão diária recomendada. O conteúdo de potássio ingerido por dia deve ser de 3.500 mg/d segundo a legislação, mesmo consumindo 100g de multimisturas diariamente não seria possível atingir o nível recomendado de ingestão diária para uma pessoa adulta já que nenhuma das formulações das multimisturas conseguiu atender nem 15% da (IDR).

O ferro é um mineral essencial à saúde do ser humano, ele tem a função de ajudar no transporte do oxigênio por todo o corpo e recomendado que a sua ingestão diária seja de 14 mg/d, então as multimisturas avaliadas podem ser consideradas com alto teor de já que fornecem quase 50% da quantidade da ingestão diária recomendada (IDR), considerando o consumo de 100g da multimistura. O conteúdo de magnésio recomendado pela legislação é de 260 mg/d os valores presentes em 100g de multimisturas fornecem mais de 15% da IDR para esse mineral.

**Tabela 2:** Resultados dos minerais para as multimisturas.

Tratamento	Sódio (mg/100g)	Cálcio (mg/100g)	Potássio (mg/100 g)	Ferro (mg/100g)	Magnésio (mg/100 g)
T1	25,06 <sup>a</sup>	177,00 <sup>c</sup>	272,66 <sup>a</sup>	5,97 <sup>a</sup>	114,66 <sup>a</sup>
T2	25,23 <sup>a</sup>	188,00 <sup>b</sup>	293,00 <sup>a</sup>	7,03 <sup>a</sup>	115,66 <sup>a</sup>
T3	33,03 <sup>a</sup>	199,33 <sup>a</sup>	297,33 <sup>a</sup>	6,93 <sup>a</sup>	116,33 <sup>a</sup>

\*Médias com letras iguais, na coluna, não diferem entre si estatisticamente ( $p > 0,05$ ).

Fonte: própria (2023).

A IDR de cálcio deve ser de 1000 mg/d, com isso, todas as multimisturas podem ser consideradas fonte de cálcio, uma vez que, na ingestão de 100 g já se alcançam os teores mínimos para serem consideradas fontes deste mineral, 17,7%, 18,8% e 19,9% da recomendação diária, para os tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente, considerando a ingestão de 100g das multimisturas.

Pode-se comprovar também que as multimisturas são ricas em minerais como ferro, cálcio e magnésio, e quando inserida cerca de 100g na dieta pode suprir a necessidade de ingestão diária desses minerais. Além disso a produção de multimistura de batata doce com farinha de sementes de melancia, quiabo, abóbora e gergelim em sua formulação é uma oportunidade de processamento simples, barata, prática e muito nutritiva, sendo facilmente aplicada a pequenas propriedades. É importante destacar a importância econômica e social da utilização desta formulação no estado de Sergipe, cujas matérias-primas são cultivadas e de fácil acesso.

## Conclusões

A multimistura com 100% de farinha de batata doce mostrou ser uma importante fonte de nutrientes e minerais, sendo que todas podem ser consideradas fonte de Cálcio, no consumo de 100 g. Todas as multimisturas elaboradas atendem aos parâmetros exigidos pela legislação quando se tratado teor de umidade, o que promove o aumento da sua vida útil e inibe a proliferação de microorganismos. Portanto, mostra-se como opção importante para a alimentação alternativa.

## Referências

- BITTENCOURT, S.A. Uma alternativa para a política nutricional brasileira? Cadernos de Saúde Pública, v. 14, n. 3, p. 629-636, 1998.
- BRASIL, ANVISA- Agência Nacional de Vigilância. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Brasília: ANVISA, 2005. 6 P.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 32/98, Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Suplementos Vitamínicos e ou de Minerais. Secretaria de Vigilância Sanitária. D.O.U., 13 de janeiro de 1998.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Resolução RDC nº53, de 15 de junho de 2000. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Misturas à Base de Farelo de Cereais. Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]: Brasília, 19 de jun. 2000.
- CHAGAS, D.C. Prevalência e fatores associados á desnutrição e ao excesso de peso em menores de cinco anos nos seis maiores municípios do Maranhão. Revista Brasileira de Epidemiologia 2013; 16(1): 146-56.

DE CAMPOS SOUZA, Angelica Victoria *et al.* Análises química e bromatológicas de sementes e de óleo fixo de melancia (*Citrullus lanatus*, cucurbitaceae). *Visão Acadêmica*, v. 20, n. 1, 2019.

DE OLIVEIRA BARBOSA, C., DE MIRANDA LOPES, I. B., MORGANO, M. A., da Mota Araújo, M. A., & dos Reis MOREIRA-ARAÚJO, R. S. (2006). CONTEÚDO DE MINERAIS DOS INGREDIENTES E DA MULTIMISTURA1. *Ciênc. Tecnol. Aliment*, 26(4), 916-920

DO VALE, Camilla Pereira *et al.* Composição e propriedades da semente de abóbora. *FAG JOURNAL OF HEALTH (FJH)*, v. 1, n. 4, p. 79-90, 2019.

DUARTE, V. (2001). *Nutrição e obesidade*. 2 ed. 223 p. Artes e ofícios. Porto Alegre. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Gergelim/cultivoGergelin/composicaoquimica.html>>. Acesso em 02 de setembro de 2020.

ESCODA, M.S.Q. Para a crítica da transição nutricional. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 7, n. 2, p. 219-226, 2002.

ESPINOLA, N.; Creed-Kanashiro, H.; Ugaz, M.E.; van Hall, M.; Scott, G. Development of a Sweetpotato-Based Instant Weaning Food for Poorly Nourished Children Six Months to Three Years Old. CIP Report 1997- 1998, Lima Peru. p.295-302.

FARFAN, J.A. Alimentação alternativa: análise crítica de uma proposta de intervenção nutricional. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p.205-211, 1998.

GLÓRIA, E. C. S., ALMEIDA, N. A. V., COSTA, A. S. V. D., HENRIQUES JÚNIOR, E., MARTINS, S. L., PAULA, H. D., ... & MALAQUIAS, L. C. C. (2004). Avaliação protéica de uma nova multimistura com base no milho QPM BR 473. *Revista de nutrição*, 17(3), 379-385.

GUTIERREZ, M.R.; BETTIOL, H.; BARBIERI, M.A. Avaliação de um programa de suplementação alimentar. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 4, n. 1, p. 32-39, 1998.

GUZMÁN-SILVA, Maria Angélica; WANDERLEY, Aline Rabello; MACÊDO, Viviane Miguel; BOAVENTURA, Gilson Teles. (2004). Recuperação da desnutrição em ratos mediante rações adicionadas ou não de suplemento alimentar e de vitaminas e minerais durante o período de crescimento. *Rev Nut*.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.

JOSÉ. A. E. Compostos fenólicos e atividade antibacteriana em acessos de *Ipomoea Batatas* (L.) Lam. Batata doce. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências e Tecnologia de Alimentos. Programa de Pós-

Graduação em Ciência de Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, BR RS, 2012.

KAMINSKI, Tiago André; SILVA, Leila Picolli da; BAGETTI, Milena. Composição centesimal e mineral de diferentes formulações de multimisturas provenientes da região central do Rio Grande do Sul. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, v. 65, n. 3, p. 186-193, 2006.

MADRUGA, M.S. *et al.* Avaliação nutricional de uma dieta suplementada com multimistura: estudo em ratos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 1, p. 129-133, 2004.

MADRUGA, M.S.; CÂMARA, F.S. The chemical composition of "Multimistura" as a food supplement. *Food Chemistry*, v. 68, n. 1, p. 41-44, 2000.

MALUF, W. R. A batata doce e seu o potencial na alimentação humana, na alimentação animal, e na produção de etanol biocombustível. 53º Congresso Brasileiro de Olericultura.

MASCARENHAS, M.G. *et al.* Soluções ao alcance das mãos. *Globo Ciência*, n. 51, p. 12-16, 1994.

MOHANRAJ, R.; SIVASANKAR, S. Sweet Potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam)-A valuable medicinal food: A review. *Journal of Medicinal Food*, v. 17, n. 7, p. 733-741, 2014.

PARIS, S.H. Abobrinha: história, diversidade e distribuição. *Hortaliças e Tecnologia*. v. 6, p. 6-13, 1996.

PETERS, D. & WHEATLEY, C. Small scale agro-enterprises provide opportunities for income generation: sweetpotato flour in East Java, Indonesia. *Quarterly Journal of International Agriculture*. 1997. 12p.

Rede PENSSAN; II Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da COVID-19 no Brasil [livro eletrônico]: II VIGISAN : relatório final. /Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar – PENSSAN. -- São Paulo, SP <https://olheparaafome.com.br/wp-content/uploads/2022/06/Relatorio-II-VIGISAN-2022.pdf>.

ROCHA, S. A. *et al.* Fibras e lipídios em alimentos vegetais oriundos do cultivo orgânico e convencional. *Revista Simbiologias*, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2008.

SALGADO, J.M.; TAKASHIMA, M.K. Caracterização química e biológica da farinha e isolado protéico da semente de abóbora. *Archivos Latino Americanos de Nutrición*, v. 42, n. 14, p. 443-450, 1992.

SANTANNA, L. C. Avaliação da composição química da semente de abóbora (*Cucurbita pepo*) e do efeito do seu consumo sobre o dano oxidativo hepático de ratos (*Rattus norvegicus*). Florianópolis, 2005. Dissertação (Mestre em Nutrição).



SANTOS, H.B. *et al.* Estudos bioquímicos e hematológicos em ratos sobre biodisponibilidade de minerais numa dieta enriquecida com multimistura. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 4, p. 613-618, 2004.

SANTOS, L.A.S. *et al.* Uso e Percepções da Alimentação Alternativa no Estado da Bahia: Um Estudo Preliminar. *Revista de Nutrição*, v. 14 (suplemento), p. 35-40, 2001.

SAVELLI, R.A.; Pádua, T.S.; Dobrzycki, J.H.; Cal-Vidal, J. Análises texturométricas e micro-estruturais de pães franceses contendo farinha de batata-doce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.3, p.395-400. 1995.

SILVA, C. S. G. *et al.* Análise sensorial de sorvete de batata doce. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.13, n.1, p.21-26, 2011.

SOARES, K. T.; MELO, A. S.; MATIAS, E. C. A cultura da batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). João Pessoa: EMEPA-PB, 26 p. il. (EMEPA-PB. Documentos, 41). 2002.

Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p. Disponível em: <<http://www.unicamp.br>

TADMOR Y, P.S.H, MEIRA, SCHAFFERA. A, LEWINSOHNE. O papel de duplo o gene da pigmentação B, em que o teor de carotenóides e vitamina E em polpa (*Cucurbita pepo*) mesocarpo. *Journal Agricultural Food Chemistry*. v. 53. 2005.

VINHAS, Ana Sofia de Sousa. Uma revisão das atividades biológicas de sementes de *Citrullus Lanatus* (Cucurbitaceae). 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. [sn].

VIZEU, V.E.; FEIJÓ, M.B.S.; CAMPOS, R.C. Determinação da composição mineral de diferentes formulações de multimistura. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 2, p. 254- 258, 2005.

XIAODING, G. Evaluation of sweetpotato tips as green vegetables. ARC Training. 1995. 9p.



# ELABORAÇÃO DE EMBUTIDO COZIDO TIPO APRESUNTADO SUÍNO

**Cynthia Maria Machado de Araujo**

Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará campus Crato,  
[cynthiaaraujo711@gmail.com](mailto:cynthiaaraujo711@gmail.com)

**Vitória Martins de Souza**

Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará campus Crato,  
[martins.vitoria09@aluno.ifce.edu.br](mailto:martins.vitoria09@aluno.ifce.edu.br)

**Antonio Iarllly do Prado**

Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará campus Crato,  
[iarlly.prado09@aluno.ifce.edu.br](mailto:iarlly.prado09@aluno.ifce.edu.br)

**Nayane Batista dos Santos**

Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará campus Crato,  
[nayanebatista4@gmail.com](mailto:nayanebatista4@gmail.com)

**Francisca Giselle da Cruz**

Doutora em Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará campus Crato,  
[giselle@ifce.edu.br](mailto:giselle@ifce.edu.br)

## Resumo

**INTRODUÇÃO:** A produção de suínos vem crescendo ano após ano, assim como o investimento em novas tecnologias que visam diminuir a geração de aparas de carnes resultantes da retirada de cortes mais nobres após o abate. Muitos produtores têm buscado alternativas para aproveitar essas aparas e gerar lucro por meio da produção de produtos de menor valor de mercado. O apresuntado é uma escolha mais econômica em relação ao presunto tradicional, que utiliza pernil suíno inteiro, tornando-o ainda mais atrativo para a indústria alimentícia, por utilizar aparas. **OBJETIVO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento tecnológico de apresuntado suíno. **MATERIAL E MÉTODOS:** Este trabalho foi realizado de acordo com a Portaria nº 701, de 17 de Novembro de 2022, que aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do apresuntado. A condução deste trabalho ocorreu no setor de Agroindústria do IFCE *campus* Crato. Para a fabricação do embutido, cozido e moldado, utilizou-se aparas de carne suína, proveniente de animal criado e abatido no próprio *campus*. Moeu-se carne aparas da carne suína em disco pré-cortador, com auxílio de um moedor elétrico industrial. Acrescentou-se os seguintes insumos na carne moída: condimento califórnia 25g/kg, emulsificante 10g/kg, antioxidante 2g/kg, açúcar 4g/kg, glutamato monossódico 1 g/kg, pimenta do reino 2 g/kg, 10% de gelo, 10% de gordura e 4% de amido. **RESULTADOS DE DISCUSSÃO:** A massa cárnea foi acondicionada em uma forma retangular de inox, cuja tara foi de 2,875kg e posteriormente, a massa embutida em filme plástico foi levada ao cozimento, enformada, prensada e cozida, em água a 75 a 80 °C por 60 a 80 minutos por kg de carne. Após o cozimento, a peça foi esfriada em água fria, reapertou-se a prensa da forma e colocou-se em resfriamento de 5 a 10 °C por 12h. O cálculo do rendimento da foi realizado por meio da subtração entre o peso inicial e final da peça e posteriormente convertido em porcentagem. A carne suína oriunda das aparas dos cortes de paleta e pernil pesou-se 3,790kg, sendo que 850g foi o peso relativo aos ossos. Sendo 2,940kg destinado ao peso das aparas da carne suína desossada, antes da cura. Ao final do processo o produto cárneo, resultou em uma única peça 2,648kg, após 27h de cura, totalizando um rendimento de 90,06%, ou seja, 292g de perdas, após o cozimento. Além disso, o produto final apresentou cor rosada, textura macia, aroma e sabor característico e um excelente ponto de fatiamento. **CONCLUSÃO:** Ocorreram perdas dentro do esperado e apresentou todas as características sensoriais que se espera de um apresuntado, tornando os dados obtidos favoráveis e satisfatórios. **Palavras-chave:** Agroindústria; condimento Califórnia; pernil; presunto.

# ELABORAÇÃO DE QUEIJO COALHO CONDIMENTADO

**Thayná Campos da Silva**

Zootecnia, IFCE campus Crato, [thaynacampos47@gmail.com](mailto:thaynacampos47@gmail.com)

**Werner Aguiar Gomes do Vale**

Zootecnia, IFCE campus Crato, [wernerdovalee@gmail.com](mailto:wernerdovalee@gmail.com)

**Ana Paula Silva de Andrade**

Ma. Professora, IFCE campus Crato, [anapaulaandrade@ifce.edu.br](mailto:anapaulaandrade@ifce.edu.br)

## Resumo

O queijo coalho é um dos produtos lácteos de maior produção e consumo na região Nordeste do Brasil. Entende-se por queijo o produto obtido pela coagulação do leite por meio de coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas. Uma alternativa na produção de queijo coalho é a adição de especiarias tais como: pimenta, orégano, tomate seco, manjericão e outros. Devido a isto, este trabalho teve como objetivo elaborar queijo coalho condimentado produzido na secção de agroindústria, do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Crato, durante aula prática da disciplina de Tecnologia de Produtos de Origem Animal II. Foram utilizados os seguintes ingredientes: leite de vaca (22,5 L), coagulante líquido HA-LA® (18 mL), fermento lácteo (3%) que tem a finalidade de agregar ao queijo sabor; odor; textura, sal (2%), orégano e pimenta calabresa. Inicialmente ocorreu a pasteurização lenta do leite (65 °C por 30 minutos), processo que inibe a proliferação de microrganismos patogênicos, em seguida o leite foi resfriado até atingir 35 °C. Posteriormente foram adicionados o coagulante dissolvido em 100 mL de leite e o fermento lácteo, após estarem devidamente homogeneizados, deve-se deixar em repouso por 40 minutos para formação da coalhada. A próxima etapa corresponde ao corte da massa no sentido horizontal e vertical, aguardar 2 minutos, agitar lentamente e repetir essa operação por 3 vezes. Foi efetuada a agitação com elevação da temperatura para 55 °C, o excesso de soro foi retirado e realizada uma salga na massa com objetivo de saborização, controle da umidade e conservação do produto. Na massa obtida acrescentou-se pimenta calabresa e orégano, sendo necessária uma mexedura para que os condimentos não fiquem apenas na superfície, a seguir, formas foram preenchidas e colocadas em prensas. O queijo produzido pode ser uma opção de diversificação afim de agregar mais valor ao produto. Contudo, para garantir as condições higiênico-sanitárias é imprescindível usar as Boas Práticas de Fabricação (BPF).

**Palavras-chave:** condimentos; consumidor; laticínios.

# MICROVERDES DE BETERRABA (*Beta vulgaris* L.) DESIDRATADOS POR UM MÉTODO COMBINADO DE FOAM MAT E LIOFILIZAÇÃO

**Angelise Durigon**

Engenharia de alimentos, Universidade Federal de Sergipe, [angelise@academico.ufs.br](mailto:angelise@academico.ufs.br)

**Guilherme Freitas Meira**

Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão,  
[gui77890@academico.ufs.br](mailto:gui77890@academico.ufs.br)

**Alisson Marcel Souza de Oliveira**

Departamento de Educação em Ciências Agrárias e da Terra do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, [alisson.oliveira.ufs@academico.ufs.br](mailto:alisson.oliveira.ufs@academico.ufs.br)

**Francisca ereira de Moraes**

Departamento de Educação em Ciências Agrárias e da Terra do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, [francisca.moraes@academico.ufs.br](mailto:francisca.moraes@academico.ufs.br)

**Frederico Alberto de Oliveira**

Departamento de Educação em Ciências Agrárias e da Terra do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, [fredericoalberto@academico.ufs.br](mailto:fredericoalberto@academico.ufs.br)

## Resumo

Microverdes são plantas na sua fase jovem, com poucos dias após a emergência e colhidas quando as folhas cotiledonares estão expandidas, podendo ou não apresentar o primeiro par de folhas verdadeiras. No caso, os microverdes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) são altamente ricos em betalaínas, polifenóis e diversos minerais, no entanto possuem curto período de vida útil, devido à alta atividade da água e pH que favorecem o crescimento de microrganismos. Produtos derivados de microverdes são pouco explorados do ponto de vista industrial. A desidratação de microverdes também é pouco estudada, mas é uma alternativa para preservar mais esses alimentos, possibilitando sua transformação em produtos como farinhas e pós, o que facilitaria seu uso como ingredientes de formulações alimentícias. Assim, o objetivo foi avaliar a desidratação dos microverdes de beterraba usando um método combinado de *foam mat* e liofilização para a obtenção de pós, além de caracterizá-los quanto as propriedade físico-químicas. As formulações das espumas foram definidas em testes preliminares: FDF1 = 78,3% de água + 13% de broto + 6,5% de emustab + 2,2% de amido e FDF2 = 78,3% de água + 13% de broto + 4,4% de amido + 4,3% de emustab. As formulações foram caracterizadas quanto ao teor de sólidos solúveis ( $1,33 \pm 0,15$  °Brix para FDF1 e  $1,17 \pm 0,25$  °Brix para FDF2) e umidade ( $28,82 \pm 7,42$  g/g para FDF1 e  $20,30 \pm 1,4$  g/g para FDF2). Para a Liofilização, as formulações foram submetidas ao congelamento por 72 horas ( $-25$  °C) e seguidas de liofilização (Liotop L101, Liobrás), a 0,02 kPa, por 14 horas (FDF1) e 18 horas (FDF2) até a umidade do pó de  $0,16 \pm 0,05$  g/g e  $0,17 \pm 0,03$  g/g, respectivamente. A atividade de água (*aw*) dos pós FDF1 foi  $0,63 \pm 0,02$  e da FDF2 de  $0,72 \pm 0,01$ , o que requer o uso de embalagem adequada, pois permaneceu no limite estabelecido para ser seguro ao desenvolvimento de microrganismo ( $aw < 0,6$ ). Os pós de microverdes apresentaram teores de proteínas de  $6,32 \pm 0,05\%$  para FDF1 e de  $4,60 \pm 0,04\%$  para FDF2 e teores de betalaína de  $204,58 \pm 9,67$  mg/100 g b.s. (FDF1) e  $104,998 \pm 17,00$  mg/100 g b.s (FDF2) valores próximos aos reportados na literatura para microverdes *in natura* (90,9 e 226,7 mg/100 g b.s.) o que demonstra boa retenção da betalaína nos pós liofilizados. Portanto, os pós de microverdes são fontes de proteína que podem ser exploradas para uso em produtos *plant based* e a presença de betalaína permite o uso do pó como corante natural, sendo que essas aplicações devem ser melhor estudadas futuramente como um novo produto no mercado.

**Palavras-chave:** *Freeze-drying*; betalaína; proteína.

# **Seção 4**

## **Inovação e tecnologia emergentes**



**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE  
BIOFILME A BASE DE AMIDO DE MANDIOCA (*Manihot  
esculenta*) E JAMBU (*Acmella oleraceae*)**

**DESENVOLVIMENTO Y CARACTERIZAÇÃO DE  
BIOFILME A BASE DE AMIDO DE MANDIOCA (*Manihot  
esculenta*) Y JAMBU (*Acmella oleraceae*)**

**DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF AMIDO-  
BASED BIOFILM OF CASSAVA (*Manihot esculenta*) AND  
JAMBU (*Acmella oleraceae*)**

**DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.552-574>**

**Ana Cleide Sousa Teixeira Costa**

Tecnologia de Alimentos, Universidade do Estado do Pará, [ana.tcosta@aluno.uepa.br](mailto:ana.tcosta@aluno.uepa.br)

**Joyce Alves da Silva**

Tecnologia de Alimentos, Universidade do Estado do Pará, [joycesilva4050@gmail.com](mailto:joycesilva4050@gmail.com)

**Diego Aires da Silva**

Tecnologia de Alimentos, Universidade do Estado do Pará, [diegoaires@uepa.br](mailto:diegoaires@uepa.br)

**Giselle Cristine Melo Aires**

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará,  
[gisellecsmelo@yahoo.com.br](mailto:gisellecsmelo@yahoo.com.br)

## Resumo

O impacto ambiental gerado pela produção de embalagens tem despertado o interesse para a busca de alternativas menos poluentes. A indústria alimentícia é responsável por grande parte da produção de embalagens, contribuindo para geração de resíduos. O biofilme são macromoléculas orgânicas derivadas de recursos biológicos processadas pelo homem, através do uso de técnicas que transformam monômeros em estruturas moldáveis convenientes para produção de utilitários do cotidiano provenientes de fontes renováveis com tempo de degradação. Com o propósito de contribuir com pesquisas relacionadas a área de embalagens para alimentos, esse trabalho propõe a elaboração de um filme biodegradável a partir de amido de mandioca (*Manihot succulenta*) incorporados com extrato etanólico de jambu (*Acmella oleracea*) em proporções de 10%, 20% e 30%, visando obter benefícios dos compostos da planta para aplicação no uso de embalagens de alimentos. Neste trabalho, para elaboração da base do biofilme aplicou-se a técnica de *casting*, utilizando amido de mandioca, glicerina, e água seguido da adição de extrato de jambu. A caracterização dos filmes avaliou propriedades como espessura, gramatura, absorção de água, determinação de umidade do biofilme, MEV e análise de revestimento. Os biofilmes obtidos apresentaram resultados satisfatório de modo que é funcional ao que se propõe uma embalagem, as micrografias permitiram observar superfícies heterogêneas, algumas ranhuras mais evidentes, e pequenas depressões presente nos filmes. Embora necessitem de mais testes e ajustes para classificá-lo essencialmente como embalagem ativa, até o presente momento ele pode atuar como embalagem primária ou secundária cumprindo a principal função de proteger o alimento.

**Palavras-Chave:** amido de mandioca; biofilme; jambu; bioplástico; casting.

## Resumen

El impacto ambiental que genera la producción de envases ha despertado el interés en la búsqueda de alternativas menos contaminantes. La industria alimentaria es responsable de gran parte de la producción de envases, contribuyendo a la generación de residuos. Los biofilms son macromoléculas orgánicas derivadas de recursos biológicos procesados por el hombre, mediante el uso de técnicas que transforman monómeros en estructuras moldeables convenientes para la producción de utilidades cotidianas a partir de fuentes renovables con tiempo de degradación. Con el propósito de contribuir a las investigaciones relacionadas con el área de empaque de alimentos, este trabajo propone la elaboración de una película biodegradable a partir de almidón de yuca (*Manihot succulenta*) incorporado con extracto etanólico de jambu (*Acmella oleracea*) en proporciones de 10%, 20 % y 30%, con el objetivo de obtener beneficios de los compuestos de la planta para su aplicación en el uso de envases de alimentos. En este trabajo, para la preparación de la base del biofilm, se aplicó la técnica de colado, utilizando almidón de yuca, glicerina y agua, seguido de la adición de extracto de jambu. La caracterización de las películas evaluó propiedades como espesor, gramaje, absorción de agua, determinación de humedad del biofilm, SEM y análisis de recubrimiento. Las biopelículas obtenidas mostraron resultados satisfactorios para que sea funcional a lo que se propone un envase, las micrografías permitieron observar

superfícies heterogêneas, alguns surcos más evidentes y pequeñas depresiones presentes en las películas. Si bien se necesitan más pruebas y ajustes para clasificarlo esencialmente como un empaque activo, hasta el momento puede actuar como un empaque primario o secundario, cumpliendo la función principal de proteger los alimentos.

**Palabras Clave:** Almidón de mandioca, biofilm, jambu, bioplástico, fundición

## Abstract

The environmental impact generated by the production of packaging has aroused interest in the search for less polluting alternatives. The food industry is responsible for a large part of packaging production, contributing to the generation of waste. Biofilms are organic macromolecules derived from biological resources processed by man, through the use of techniques that transform monomers into moldable structures convenient for the production of everyday utilities from renewable sources with degradation time. With the purpose of contributing to research related to the area of food packaging, this work proposes the elaboration of a biodegradable film from cassava starch (*Manihot succulenta*) incorporated with ethanolic extract of jambu (*Acmella oleracea*) in proportions of 10%, 20% and 30%, aiming to obtain benefits from the plant's compounds for application in the use of food packaging. In this work, for the preparation of the base of the biofilm, the casting technique was applied, using cassava starch, glycerin, and water followed by the addition of jambu extract. The characterization of the films evaluated properties such as thickness, grammage, water absorption, biofilm moisture determination, SEM and coating analysis. The obtained biofilms showed satisfactory results so that it is functional to what a package is proposed, the micrographs allowed to observe heterogeneous surfaces, some more evident grooves, and small depressions present in the films. Although more tests and adjustments are needed to classify it essentially as an active packaging, so far it can act as a primary or secondary packaging, fulfilling the main function of protecting the food.

**Keywords:** Cassava starch, biofilm, jambu, bioplastic, casting

## Introdução

A crescente preocupação com o impacto ambiental gerado pela produção de embalagens tem estimulado a procura de alternativas mais sustentáveis. Especificamente, a indústria alimentícia, conhecida por ser responsável por uma parte significativa da produção de embalagens (SÁ, 2021), apresenta um desafio particular: dado o caráter perecível de muitos de seus produtos, as embalagens são frequentemente descartadas imediatamente após o consumo, o que contribui para a geração de resíduos que, quando não descartados de maneira adequada, prejudicam o meio ambiente devido ao longo tempo de degradação.

O plástico flexível, que é predominantemente usado por essa indústria devido à sua adaptabilidade a vários tipos de alimentos e seu baixo custo, é produzido a partir

de polímeros derivados do petróleo, um recurso não renovável com um tempo de decomposição consideravelmente longo (SOUZA, 2018). Portanto, a busca por alternativas mais sustentáveis tem levado ao estudo de polímeros originados de matéria-prima orgânica (MADELA, 2022). Esses polímeros são atraentes, pois se degradam mais rapidamente sem danificar diretamente o solo, e podem ser modificados com aditivos para melhorar suas propriedades de conservação quando aplicados a alimentos.

A fim de contribuir para pesquisas nesta área crucial, este estudo tem como objetivo principal a elaboração de um plástico à base de polímeros de amido de mandioca e extrato de jambu. Vamos explorar as características estruturais desses plásticos e examinar seus possíveis efeitos antioxidantes sobre a conservação de alimentos. Para alcançar nosso objetivo, adotaremos a técnica de casting para produzir biofilmes de fécula de mandioca com proporções variadas de extrato de jambu e posteriormente caracterizaremos esses biofilmes aplicando ensaios de espessura, gramatura, absorção de água e permeabilidade (POLONI, 2020). O foco estará em produzir filmes biodegradáveis com benefícios dos compostos da planta, que possam ser efetivamente aplicados no uso de embalagens de alimentos.

## Referencial teórico

A busca por alternativas sustentáveis para embalagens de alimentos é uma preocupação crescente na sociedade contemporânea. As embalagens flexíveis tradicionais, geralmente derivadas do petróleo, apresentam problemas significativos de descarte e impacto ambiental. Nesse contexto, bioembalagens surgem como uma solução promissora, principalmente quando derivadas de fontes renováveis e abundantes, como a mandioca (CANEVADOLO, 2006).

A mandioca é um recurso amplamente disponível em várias partes do mundo e é conhecida pela alta concentração de amido em suas raízes. O amido de mandioca é composto principalmente por amilose e amilopectina, cuja proporção influencia significativamente as propriedades dos filmes de amido produzidos a partir dele (REIS, 2021).

Extratos naturais, como o extrato de jambu, têm sido investigados como possíveis aditivos em bioembalagens, potencialmente melhorando suas propriedades

antimicrobianas e antioxidantes. Embora a pesquisa sobre esse tema ainda esteja em estágios iniciais, os resultados preliminares são promissores (LARANJEIRA, 2021).

Um passo crucial na produção de biofilmes de amido é a gelatinização, um processo em que o amido é aquecido com água, formando um gel viscoso e translúcido (SANTOS, 2015). A gelatinização é seguida pela retrogradação, que ocorre durante o resfriamento do gel. No entanto, este processo pode resultar em uma perda de propriedades de barreira e mecânicas do filme, o que é um desafio para a produção de biofilmes eficazes (SCHAEFFER, 2020; LAUER, 2020).

O método de casting é comumente usado para a produção de biofilmes. Envolve a mistura de água, amido e plastificante, seguido de gelatinização e resfriamento. A secagem completa o processo, resultando na formação do biofilme. Embora o casting seja adequado para uso em laboratório, seu tempo e custo podem limitar a aplicabilidade em escala industrial (LARANJEIRA, 2021; REIS, 2021).

Para melhorar a flexibilidade e resistência dos biofilmes, os plastificantes são frequentemente adicionados. O glicerol é um exemplo comum de plastificante, que tem sido utilizado devido à sua estrutura química semelhante ao amido, resultando em uma melhor integração e flexibilidade do filme final (CANEVAROLO, 2006; SCHAEFFER, 2020).

Em resumo, as bioembalagens de amido, particularmente aquelas derivadas da mandioca, apresentam um potencial significativo para substituir embalagens flexíveis tradicionais na indústria de alimentos. A incorporação de extratos naturais, como o jambu, pode melhorar ainda mais suas propriedades. No entanto, os desafios na produção de biofilmes, como a retrogradação durante o processo de gelatinização e as limitações do método de casting, ainda precisam ser abordados para maximizar a eficácia dessas embalagens sustentáveis.

## Metodologia

Para a elaboração do extrato foi utilizado jambu procedente da agricultura familiar, comercializado por feirantes da cidade de Marabá-Pa e álcool 70°. Na produção do biofilme utilizou-se fécula de mandioca (Alimentos do Zé, J. C. Oliveira & filhos, Cianorte-PR) e glicerina comercial adquiridos em comércio local. Para teste de revestimento foram usadas uvas Thompson (Sort Fruit) adquiridas em supermercado.

A produção e caracterização foram realizadas no laboratório de Alimentos e laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará - UEPA - Campus VIV Marabá. A análise de microscopia eletrônica de varredura realizada no Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém-PA.

### **Obtenção do extrato de jambu**

Para a obtenção do extrato de jambu, foi realizado o método de extração etanólica convencional. Para o preparo da farinha do jambu, utilizou-se dois *maços* da planta, onde folhas e flores foram selecionadas, higienizadas e devidamente sanitizadas com hipoclorito de sódio 0,1% por 15 minutos. Após a sanitização, retirou-se o excesso de água, transferiu-se o material para uma bandeja forrada com papel toalha que foi levado para a estufa a 80°C até a completa secagem, em seguida as mesmas foram resfriadas e trituradas em liquidificador até obtenção de uma farinha.

Na produção do extrato, utilizou-se solução aquosa de álcool etílico 70% na proporção de 2:1 em relação à farinha de jambu obtida anteriormente. O sistema foi preparado em erlenmeyer, homogeneizado, seguido por repouso de pelo menos 16h em local escuro. Após, esta solução foi filtrada - e submetida a banho maria a 70°C por 15 minutos para evaporação do álcool presente na solução e em seguida resfriada. O extrato de jambu foi armazenado em vidro âmbar. A figura 6 representa o fluxograma de obtenção de extrato de jambu.

**Figura 1:** Fluxograma da obtenção do extrato de jambu.



Fonte: própria (2022).

### Elaboração do biofilme de amido

A metodologia usada para a produção do biofilme de amido foi a técnica de *casting* descrita por Jacobs et al (2020) com algumas adaptações. Na produção do biofilme foram aplicadas quatro formulações sendo a primeira considerada o controle, elaborada apenas com a base de amido e outras três com a base de amido e adicionadas do extrato de jambu em 10%, 20% e 30% respectivamente.

Em recipientes distintos e devidamente identificados, preparou-se quatro suspensões de amido utilizando-se como base 5g de amido e 2g de glicerol para 100mL de água, levando-os para aquecimento em banho-maria (70°C) até alcançar o ponto de gelatinização, em seguida, acrescentou-se extrato de jambu nas proporções de 10%, 20% e 30% conforme a identificação dos recipientes.

As pastas obtidas foram então distribuídas em placas de Petri identificadas e levadas à estufa 45°/24h para secagem e estruturação dos filmes. Após completa secagem, as placas foram transferidas para dessecador para posterior retirada dos filmes.

## Caracterização dos biofilmes

Figura 2: Fluxograma de elaboração do biofilme.



Fonte: própria (2022).

### Análise de espessura

A aferição de espessura foi realizada com auxílio de micrômetro digital Tickness Gauge, escala 0-12mm e precisão 0,01mm, determinada através da média entre os dados coletados da aferição de dez pontos aleatórios da amostra (JESUS, 2021). A análise foi aplicada a cada uma das variações de filmes produzidos para o estudo (filme controle, e incorporados de extrato).

### Gramatura

Para conhecimento da gramatura dos biofilmes produzidos, calculou-se a gramatura através da equação 1 a partir dos dados de tamanho e massa mensurados de cada amostra.

$$G = \frac{m_g}{A_{m^2}} \quad \text{Equação 1}$$



## Absorção de água

Para a análise de absorção de água, aplicou-se o método de comportamento cinético em relação a água descrito por Schaeffer (2020). Separou-se pedaços em tamanhos de 3cm<sup>2</sup> de cada amostra que foram pesadas e submetidas a imersão em água e pesadas novamente, o processo foi repetido às mesmas amostras após 2, 15, 30, 60 e 120 minutos, tabelando os dados obtidos elaboração de gráfico para melhor visualização de resultados.

Os dados relativos ao intumescimento foram calculados a partir da equação 2 descrita por Jesus (2021).

## Determinação teor de umidade do biofilme

Para determinação de umidade dos filmes pesou-se a massa inicial das amostras, levando-as para secagem em estufa por 24h (ASTM, 2004). realizou-se o cálculo de umidade através da equação 3, os dados foram calculados e tabelados.

$$u\% = \left(1 - \frac{m_f}{m_i}\right) \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

## Permeabilidade ao vapor de água

Permeabilidade ao vapor de água analisa a propriedade do termoplástico que mostra o ganho ou perda de água do filme, cuja função principal é poder evitar ou diminuir a troca de umidade do ambiente para o interior do filme (ALMEIDA, 2020).

Fixou-se amostras do filme na boca do erlenmeyer de 125mL contendo 5mL de água destilada, vedando-o com fita em seguida pesou-se a massa inicial do sistema (erlenmeyer + água + filme + acessórios), estes foram levados para dessecador e realizada novas pesagens a cada 2 horas por 24horas. O fluxo de vapor foi calculado conforme equação 3, utilizando dados tabelados.

$$j = \frac{\Delta m_g}{A} \quad \text{Equação 3 – Fluxo de vapor de água}$$

$\Delta m$ = Variação de massa (g)

A= Área de abertura do erlenmeyer

## Microscopia de Varredura Eletrônica

As imagens foram obtidas no Laboratório Institucional de Microscopia Eletrônica de Varredura do Museu Paraense Emílio Goeldi, utilizando-se um

microscópio eletrônico TESCAN, modelo Mira 3, com canhão de elétrons tipo FEG (*field emission gun*). As amostras foram montadas em suportes de alumínio com 12 mm de diâmetro, utilizando-se fita adesiva dupla face de carbono e metalizadas com Au por dois minutos e trinta segundos, o que deposita sobre a amostra uma película com espessura média de 10 nm. As imagens foram geradas por detecção de elétrons secundários, utilizando-se aceleração de voltagem de 5 kV, distâncias de trabalhos variáveis entre 15 e 25 mm.

### Testes de taninos e fenóis no extrato etanólico

Para o teste de fenóis e taninos utilizou-se 4ml do extrato de jambu, onde foram adicionadas 3 gotas de uma solução alcoólica de cloreto férrico (3%) que foi colocada em repouso à temperatura ambiente. A mudança de coloração indica a presença de fenóis e taninos (SILVA, 2018).

### Teste de revestimento

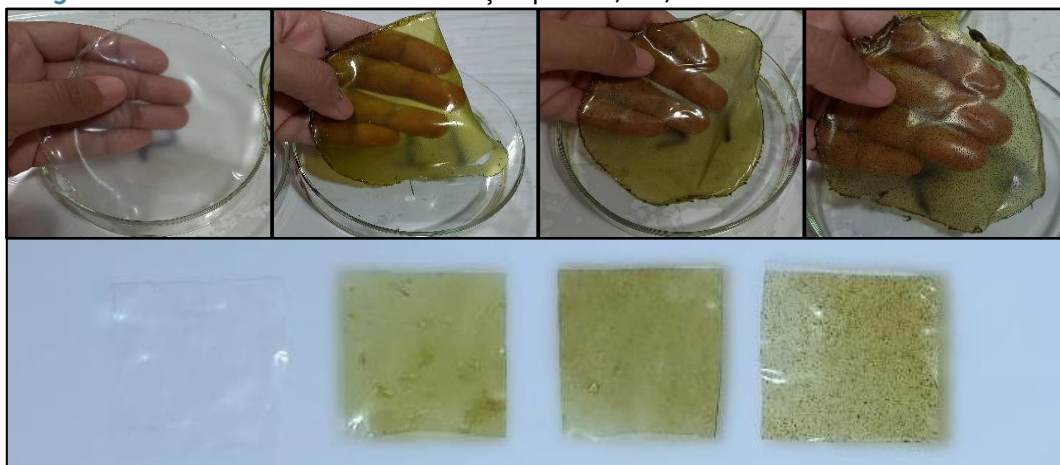
O teste de revestimento foi realizado cobrindo a superfície de uvas com a solução filmogênica por imersão, após receberem tratamento as frutas foram dispostas em bandeja, simulando a exposição ao ambiente interno. Observou-se a reação de possíveis degradações ocorridas com o passar dos dias e realizou-se a pesagem das amostras para conhecimento da massa perdida.

## Resultados e discussão

### Análise subjetiva

Os filmes produzidos mostraram aspecto homogêneo, maleável e coloração translúcida, a amostra padrão levemente opaca e amostras F-1, F-2 e F-3 nuance verde conforme a quantidade de extrato presente e leve cheiro característico da planta; apresentaram alguma aderência semelhante à de plástico filme comercial no momento de retirada das placas, o que dificultou parte do processo, entretanto depois de removidos da placa sua estrutura aparentou mais firme e isento de aderência.

**Figura 3:** Biofilmes de amido: Formulação padrão, F-1, F-2 e F-3



Fonte: própria (2022)

### Análise de espessura

A análise de espessura dos filmes foi aplicada em 10 pontos diferentes da amostra, sendo realizada em cada uma das formulações, tabelando os dados para posterior cálculo de média, conforme apresentado na tabela 2.

**Tabela 1:** Espessura dos filmes.

Amostra	Espessura (mm)
Padrão	$0,073 \pm 0,010$
F-1	$0,168 \pm 0,047$
F-2	$0,101 \pm 0,013$
F-3	$0,129 \pm 0,011$

A tabela 2 apresenta valores médios de espessura, a amostra padrão teve menor média  $0,073 \pm 0,010$  um valor aproximado ao encontrado por MANIGLIA (2018) que alcançou uma espessura média de  $0,072 \pm 0,006$  em filmes de fécula de mandioca. A amostra F-1 teve a maior média  $0,168 \pm 0,047$  comparado as outras amostras, enquanto a formulação F-2 apresentou menor espessura  $0,101 \pm 0,013$  em relação aos filmes incorporados de extrato.

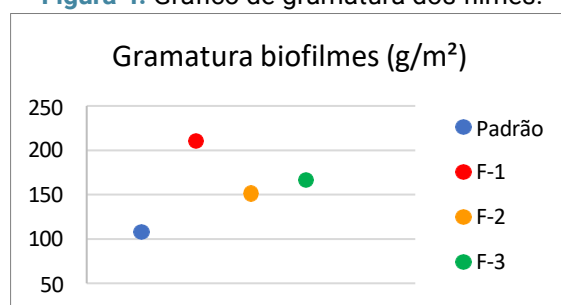
Em um apanhado geral, o aumento da espessura está ligado a adição de outros componentes aos filmes, o esperado seria o aumento gradual da espessura conforme a adição do extrato – 10%, 20% e 30% respectivamente – como ocorreu no trabalho publicado por Jacobs (2020) ao produzir filmes incorporados com polpa de acerola, entretanto os resultados obtidos não seguiram uma tendencia linear, essa diferença

pode estar relacionada a interferência de equipamentos, como por exemplo a grade da estufa desnivelada.

## Gramatura

A gramatura contribui diretamente para uma melhor resistência mecânica e de barreira dos filmes, uma vez que uma maior gramatura oferece uma melhor resistência mecânica e, na maioria das vezes, uma melhora na barreira a gases e ao vapor de água do material (Dantas & Lima, 2007). O conhecimento dessa propriedade é bastante importante, pois com a sua informação é possível se determinar a área total de material existente em uma bobina.

**Figura 4:** Gráfico de gramatura dos filmes.



Fonte: própria (2022).

**Tabela 2:** Gramatura.

Formulação	Gramatura (g/m <sup>2</sup> )
Padrão	107,7
F-1	210,0
F-2	151,1
F-3	166,6

Fonte: própria (2022).

Conforme mostra os dados na tabela 3 pode-se observar que dos filmes incorporados com extrato, a amostra F-2 apresentou menor gramatura 151,1g/m<sup>2</sup>, enquanto que a F-1 apresentou maior 210,0g/m<sup>2</sup>. A formulação padrão apresentou menor gramatura em relação aos demais, 107,7g/m<sup>2</sup>, um pouco abaixo comparado a Silva (2021) que encontrou um valor de 195,6 g/m<sup>2</sup> para filmes de amido de mandioca e 253,0 g/cm<sup>2</sup> em filmes de amido de mandioca acrescido de extrato aquoso de própolis, apontando aumento de gramatura proporcional a adição de compostos à pasta.

## Absorção de água

A análise de absorção de água é importante para avaliar o comportamento do filme quando exposto ao contato de água ou outros líquidos absorção pode interferir na estrutura do filme e afetar propriedades mecânicas como espessura e largura.

**Tabela 3:** Absorção de água.

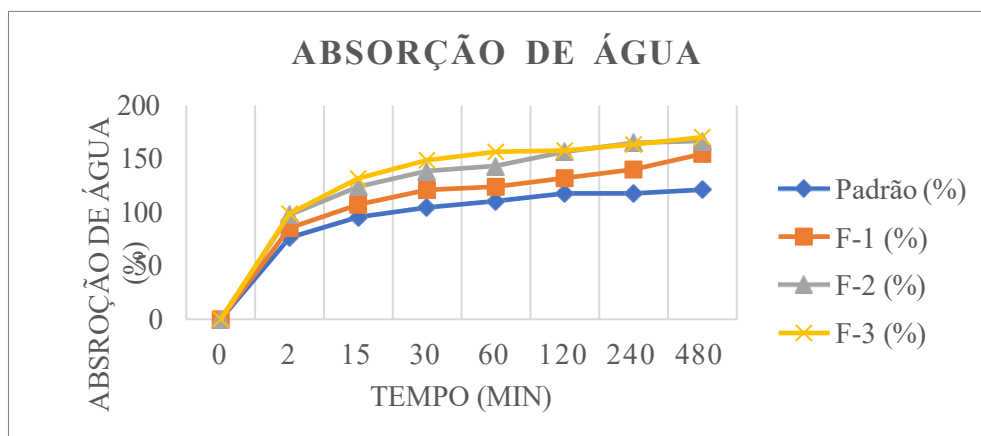
<b>Tempo (min)</b>	<b>Massa (g) Padrão</b>	<b>Massa (g) F-1</b>	<b>Massa (g) F-2</b>	<b>Massa (g) F-3</b>
0	0,179	0,137	0,175	0,192
2	0,316	0,254	0,346	0,382
15	0,350	0,284	0,392	0,445
30	0,366	0,303	0,418	0,478
60	0,377	0,307	0,426	0,493
120	0,39	0,318	0,449	0,495
240	0,39	0,329	0,464	0,506
480	0,396	0,349	0,467	0,519

**Fonte:** própria (2022).

A tabela 4 mostra os valores de massa das amostras de filmes aferidas no decorrer do tempo que foram observadas até 480 minutos, tempo em que as amostras começaram a se desmanchar. Os intervalos de tempo apontam para gradual ganho de massa, sendo a amostra Padrão a que menos ganhou entre os intervalos de tempo. As amostras F-1, F-2 e F-3 tiveram ganho de massa progressivo no decorrer do tempo, pode-se inferir que o aumento adquirido é proporcional a porcentagem de extrato adicionado, no caso 10%, 20%, 30% respectivamente.

O nível de intumescimento das amostras F-2 e F-3 se aproximam a partir dos 120 minutos como pode ser visto no gráfico mostrado na figura 10. A amostra Padrão mantém-se abaixo na curva, considerando-se o fato de que sua estrutura é composta apenas de amido e glicerol, se mostra mais estável em relação a absorção de água. Os biofilmes são sensíveis a umidade, devido ao alto teor de absorção de água, logo são suscetíveis a alterações em suas propriedades mecânicas.

Figura 5: Percentual de absorção de água.



Fonte: própria (2022).

### Determinação de teor de umidade

A análise de teor de umidade, realizada permite conferir características relacionadas a elasticidade e plasticidade do filme, uma vez que a água é um componente importante na produção do mesmo e na sua e no seu desempenho quando aplicado em alimentos expostos a vapores e gases.

Tabela 4: Teor de umidade dos filmes.

Formulação	% umidade
Padrão	20,0
F-1	17,1
F-2	15,4
F-3	12,6

Fonte: própria (2022).

Amostra padrão apresentou maior porcentagem de umidade comparado as outras formulações, notou-se um decréscimo em relação a proporção de adição de extrato, possivelmente devido a evaporação de solução etanólica ocorrida durante a secagem na produção dos filmes.

Maniglia (2018), obteve vapor de umidade a 24,19% em filme de amido de mandioca e 22,07% em amidos adicionados de argila natural de montmorillonita, no mesmo trabalho, observou 23,38% em filmes oriundos de amido de babaçu e 21,52% em filme de amido de babaçu adicionado de montmorillonita, indicado então uma relação de interferência de umidade a partir de adição de compostos ao filme.

## Permeabilidade ao vapor de água

A permeabilidade a vapor de água presente no filme é uma das características relevantes para a conservação do alimento ao qual foi aplicado, seja para mantê-lo livre de umidade do ambiente ou opostamente aplicado em alimentos frescos para evitar a entrada de umidade externa e por conseguinte conservar esse alimento evitando a entrada e aumento de microrganismos.

**Tabela 5:** Permeabilidade ao vapor de água.

<b>Amostra</b>	<b>Permeabilidade (<math>g/cm^2</math>)</b>
Padrão	$0,0942 \pm 0,010$
F-1	$0,1000 \pm 0,012$
F-2	$0,0804 \pm 0,009$
F-3	$0,0828 \pm 0,010$

Fonte: própria (2022).

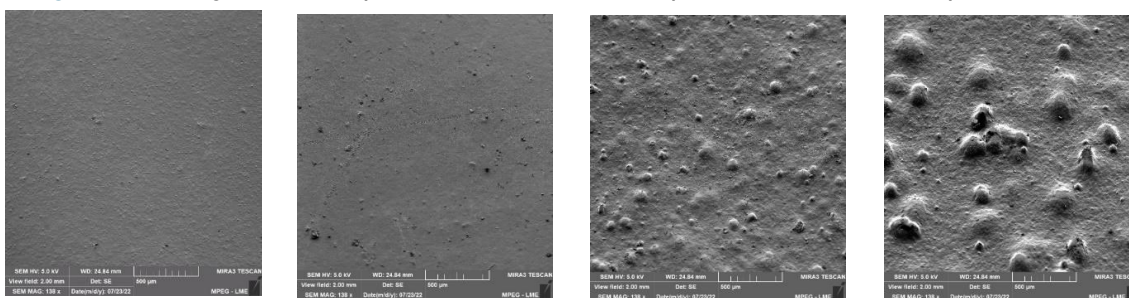
Os dados obtidos da análise dispostos na tabela 6 mostra que há uma diferença relativamente baixa entre as amostras em relação a permeabilidade, onde o menor valor encontrado na formulação F-2 está bem próximo ao F-3 seguidos da amostra padrão e F-1.

A baixa variação era um resultado esperado, visto que o plastificante é um dos principais fatores relacionados a permeabilidade, e a quantidade presente era igual para todas as formulações. Costa et al (2017) encontrou valores de permeabilidade maior em filmes produzidos com amido de feijão macáçar, entre 0,1300 e 0,2267, com variações aproximadas.

## Microscopia eletrônica de varredura

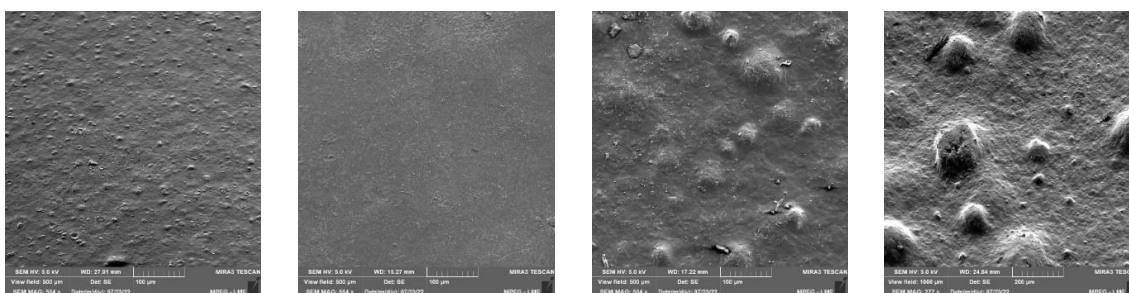
A micrografia permite uma visão mais detalhada da estrutura do biofilme, sua homogeneização e/ou possíveis rachaduras internas que são detectadas através da ampliação da imagem. As figuras abaixo (11 e 12) apresentam as micrografias das superfícies do biofilme de 200X e 500X exceto F-3 de 1000x, sendo o biofilme sem adição do extrato de chamado de padrão (P), com adição 10% de extrato de jambu (F-1), com 20% de extrato de jambu (F-2) e com 30% de extrato de jambu (F3) respectivamente.

**Figura 6:** Micrografias da superfície dos biofilmes 200µm – P, F-1, F-2, F-3 respectivamente.



Fonte: própria (2022).

**Figura 7:** Micrografias da superfície dos biofilmes 500µm - P, F-1, F-2, F-3 (1000 µm) respectivamente.



Fonte: própria (2022).

Na figura 11 a micrografias de 200X amostra P, F-1 apresenta ter superfícies homogêneas, com ranhuras mais evidente, que ocorreu no processo de secagem ou manuseio, F-1, F-2, F-3 apresentou rugosidades, todas possivelmente grânulos, tendo superfícies irregulares.

Na figura 12 as micrografias de 500X mostra os filmes mais heterogêneas e com desníveis, sendo mais aparente no P. No filme F-1 aparenta ser mais plana, enquanto a F-2 e F-3 apresenta grânulos soltos ou resíduos do extrato e desníveis maiores por conta da aproximação da visualização ao longo dos filmes e também apresentam rugosidade bem nítida nos filmes que deve ter ocorrido no processo de secagem na estufa com circulação de ar.

### Teste de taninos e fenóis no extrato etanólico

O extrato obteve resultado negativo para taninos hidrolisáveis, devido a ausência de precipitado com tonalidade azul escuro. No teste o resultado é positivo quando a mudança de coloração fica entre azul e vermelho, indica presença de fenóis e quando há precipitado escuro com tonalidade azul, indica presença de taninos hidrolisáveis e coloração verde indica presença de taninos condensados.



## Teste de revestimento

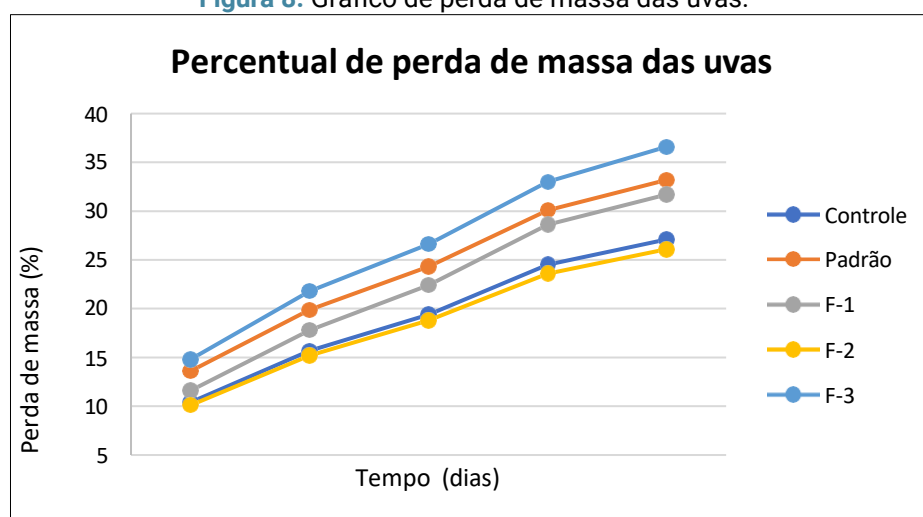
A figura 13 mostra o percentual de perda de massas das uvas, as amostras Controle e F-2 foram a que menos perderam massa no decorrer dos dias com 27,1% e 26,1%, enquanto as amostras Padrão e F-3 obtiveram os maiores percentuais com 33,2% e 36,6%, a formulação F-2 teve melhor resultado na conservação da fruta sendo de 26,1% a perda de massa sendo pequena a diferença em relação a controle (sem filme), a cobertura das frutas com biofilme teria função de conservá-las por um período maior de dias, mantendo-as com melhor sabor e estrutura em relação as não cobertas.

**Tabela 6:** Percentual de perda de massa das uvas (g).

	<b>Controle</b>	<b>Padrão</b>	<b>F-1</b>	<b>F-2</b>	<b>F-3</b>
Dia 5	10,4	13,6	11,6	10,1	14,8
Dia 8	15,7	19,9	17,8	15,2	21,8
Dia 11	19,4	24,3	22,4	18,8	26,6
Dia 14	24,5	30,1	28,6	23,6	33,0
Dia 17	27,1	33,2	31,7	26,1	36,6

Fonte: própria (2022).

**Figura 8:** Gráfico de perda de massa das uvas.



Fonte: própria (2022).

A impermeabilização com o biofilme reduz as trocas gasosas, a respiração e perda de água do fruto para o meio ambiente, às reações metabólicas de respiração e transpiração levam a perda de massa fresca, possibilitando perda de água da fruta, amolecimento e murchamento dos tecidos reduzindo a qualidade do fruto, tal como

Tomaz (2021) constatou em conservação de frutos de mamão na pós-colheita com uso do biofilme a base de fécula de mandioca.

**Figura 9:** Fotografia das uvas em diferentes dias no decorrer da análise.



Fonte: própria (2022).

A figura 14 mostra os aspectos visuais das uvas em 3 dias diferentes, onde é perceptível a perda de massa e murchamento, entretanto, as uvas Controle e Padrão parecem menos conservadas e coloração menos aproximada da uva fresca, ao serem comparadas com as uvas tratadas com o biofilme.

## Conclusões

Os biofilmes obtidos apresentaram resultados satisfatório quanto a espessura, maleabilidade de modo que é funcional ao que se propõe uma embalagem, mesmo que ainda necessitem de mais testes e ajustes para classificá-lo essencialmente como embalagem ativa, no entanto até o presente momento ele pode atuar como embalagem primária ou secundária cumprindo a principal função de proteger o alimento.

Para do biofilme em cobertura de frutas na pós-colheita, não se apresentou promissor, pois sua atuação foi imperceptível para conservação como no caso da formulação F-2 e as outras mostraram um resultado negativo em relação ao controle.

De maneira geral os resultados correspondem ao objetivo pretendido do trabalho, para trabalhos seguintes do mesmo tema, recomenda-se explorar alguma técnica para retirar ou suavizar a coloração e eliminar por completo o cheiro característico da planta.

## Referências

ABERA, G., WOLDEYES, B., DEMASH, H. D., & MIYAKE, G. (2020). The effect of plasticizers on thermoplastic starch films developed from the indigenous Ethiopian tuber crop Anchote (*Coccinia abyssinica*) starch. **International Journal of Biological**

**Macromolecules**, 155, 581–587. doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.03.218

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil 2016**. São Paulo, 2016. Disponível em: [http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/Perfil\\_2016\\_Abiplast\\_web.pdf](http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/Perfil_2016_Abiplast_web.pdf). Acesso em: 23 set 2021

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2021/>. Acesso em: 23 set 2021.

ALMEIDA, Vanessa Soltes. **Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de milho regular e ceroso reforçados com nanocelulose de eucalipto**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020.

ANDRADE, A. P. C. **Tecnologia dos alimentos**. Rio de Janeiro: SESES, 2018. 104 p. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA Este texto não substitui o(s) publicado(s) em Diário Oficial da União. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 429, DE 8 DE OUTUBRO DE 2020 (Publicada no DOU nº 195, de 9 de outubro de 2020).

AVELINO, K. R. de S. **Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis à base de tomate (*Lycopersicon esculentum*)**. 2019. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

BASIAK, E., LENART, A.; DEBEAUFORT, F.. Effect of starch type on the physico-chemical properties of edible films. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2017. doi:10.1016/j.ijbiomac.2017.01.122.

BRASIL. **Ministério da Agricultura**, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1141329604>>. Acesso em 08 set 2021.

BONETT, L. P.; MÜLLER, G. M.; WESSLING, C. R.; GAMELLO, F. P. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros.

**Revista Brasileira de Agroecologia**. ISSN: 1980-9735. 7(3): 116-125 (2012).

CANEVAROLO; S. V. **Ciência dos polímeros**: um texto básico para tecnólogos e engenheiros / Sebastião 1<sup>o</sup>. São Paulo: Artliber Editora, 2006.

CARISSIMI, Mariel. **Desenvolvimento e aplicação de filmes biodegradáveis a partir de amido de mandioca e microalga verde**. 2017. 89 p. Dissertação (Mestrado

Ciência e Tecnologia de Alimentos ) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

CELESTINO, V. P. **Adição de agentes antimicrobianos em filmes poliméricos a base de blenda de polietileno para aplicação em embalagens flexíveis para alimentos.** Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau, Graduação em Engenharia de Materiais, Blumenau, 2021.

COÊLHO, J. D. **Produção de mandioca: raiz, farinha e fécula.** Caderno Setorial ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 4, n.102, 2019.

COSTA, D. M. A.; SANTOS, A. F.; SILVA, E. D.; SILVA, I. A. Desenvolvimento e caracterização de filmes a base de feijão Macaçar. (*Vigna Unguiculata*). **Holos**, v, 7, p, 2–16, 2017. doi.org/10.15628/holos.2017.631.

COSTA, M. C. C.; AZEVEDO, C. R.; SOUSA, R. M. L; SANTOS, A.F.; BARROQUEIRO, A.T.S. Embalagens de alimentos à base de biofilmes comestíveis: uma revisão de literatura. **Revista Ceuma Perspectivas**, Edição Especial, V Congresso de Saúde e Bem Estar Ceuma. Vol. 30, nº02. Maranhão, 2017.

DANTAS, R. L.; LIMA, C. A. P. Qualidade de embalagens flexíveis para alimentos. Anais do 9º **Congresso Brasileiro de Polímeros**. Campina Grande, PB, 2007.

GODDARD, R.; TWEDE, D. **Materiais para Embalagens**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G.; BIEDRZYCKI, A. Percepção do consumidor com relação à embalagem de alimentos: tendências. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 4, n. 3, p. 271-283, 2008

FENNEMA, O.R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L. **Química de Alimentos de Fennema**. Trad. Brandelli et al. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

FREIRIA, E. F. C. **Tecnologia de alimentos**. Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. 208p. ISBN 978-85-8482-858-6.

HAN, J. H. **In Innovations in Food Packaging**, 1 ed.; Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2005. 503 p.

HOLESH, J. E.; ASLAM, S.; MARTIN, A. Physiology, Carbohydrates. 2021 Jul 26. In: StatPearls [Internet]. **Treasure Island (FL)**: StatPearls Publicado; 2021 Jan-. PMID: 29083823.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola - Lavoura Temporária. 2019. disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/pesquisa/14/10334>>. Acesso em 08 set 2021.

IODANSKII, A. Bio-Based and Biodegradable Plastics: From Passive Barrier to Active Packaging Behavior. **Polymers (Basel)**. 2020 Jul 12;12(7):1537.

JACOBS, V.; SOUZA, F. S.; HAMM, J. B. S.; MANCILHA, F. S. Produção e caracterização de biofilmes de amido incorporados com polpa de acerola. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, 21(3), 107-119. Canoas, RS, 2020.

JARIYASAKOOLROJ, P., LEELAPHIWAT, P., & HARNKARNSUJARIT, N. (2018). Advances in research and development of bioplastic for food packaging. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. doi:10.1002/jsfa.9497

JESUS, G. A. M. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis, a base de carragena, com propriedades antioxidantes**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2021.

LAUER, M. K.; SMITH, R. C. (2020). Recent advances in starch-based films toward food packaging applications: Physicochemical, mechanical, and functional properties. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. doi:10.1111/1541-4337.12627.

LARANJEIRA, R. K. S. **Amidos de fontes não convencionais e sua aplicação em filmes biodegradáveis: fundamentos e aplicações**. 2021. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

LIMA, U. A. **Matérias-primas dos alimentos**. São Paulo: Edgar Blucher,. 2010.

MADELA, DKSF.; MELO, NR de. Material de base orgânica como alternativa para embalagem de produtos alimentícios. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.] , v. 11, n. 10, pág. e15111032244, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i10.32244.

MODESTO, M. S. Jr.; ALVES, R. N. B. Cultura da mandioca: apostila. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém, PA 2014. 197 p.

MELO, C. R. M.; PISANI, M. A. J. Cidadania e sentimento de pertencimento- agentes atuantes na preservação do meio ambiente. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 06, Ed. 11, Vol. 01, pp. 167-182. Novembro 2021.

MUNARO, Marilda. Avaliação de metodologias para a produção de plástico biodegradável a partir do amido de mandioca. **Revista Técnico-Científica**, n. 27, 2021.

NASCIMENTO, L. E. S. **Jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen) hidropônico e convencional: uma comparação baseada nas propriedades físico-químicas e composição fitoquímica.** Tese (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Centro de ciências agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina , Florianópolis 2019.

NORDI, N. T. **Adubação orgânica na produção e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu.** Unesp. Botucatu, 2021.

OJEDA, C. P. O. **Potencial Biotecnológico dos microrganismos endofíticos isolados de plantas de jambu (*Acmella ciliata* (Kunth) Cass.) para controle de microrganismos patogênicos.** Tese (Mestrado em biotecnologia e recursos naturais da Amazônia) - Universidade do Amazonas, Manaus, 2017.

POLONI, C. A.; SANTOS, P. P. Desenvolvimento de filmes biodegradáveis de amido de milho.  
**Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica.** Bento Gonçalves, RS, v.9, dez. 2020.

REICHERT, C. L.; BUGNICOURT, E.; COLTELLI, M. B. Bio-Based Packaging: Materials, Modifications, Industrial Applications and Sustainability. **Polymers (Basel).** 2020;12(7):1558. Published 2020 Jul 14.

REIS, A. P. S. **Filmes biodegradáveis a base de amido: uma análise acerca da aplicação de diferentes fontes de amido na produção de filmes biodegradáveis utilizando a técnica casting com potencial de utilização em embalagens alimentícias.** 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2021.

RIBEIRO, E. P., SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos.** São Paulo: Edgard Blücher, Instituto Mauá de Tecnologia, 2007. 196 p.

RODRIGUES, V. M. et al. Produção agroindustrial de mandioca chips por convecção embalada em biofilme de amido de mandioca. In: **VI JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica.** 2017.

SANTOS, O. d., Tognetta, L., Júnior, F. F., Robusti, C., Dragoni, P., Viana, E. F., Gomes,  
I. **Papel.** Brasil: SENAI-SP Editora. 2015.

SANTOS, N. H. **Obtenção de extratos de flor de jambu (*Acmella oleraceae*) por métodos não convencionais.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2021.

SÁ, N. **Utilização de resíduos agroindustriais para produção de polímeros, materiais e embalagens.** 46 f. Trabalho de conclusão de curso. DEQUI / UFRGS. Porto Alegre, 2021.

SILVA, F. A.; BIZERRA, F. A.; FERNANDES, P. R. D. Teste fotoquímicos em extratos orgânicos de *Bixa Orellana* L (urucum). **HOLOS**, Ano 34, Vol. 02. RN, 2018.

SOUZA, M. S.; FONSECA, V. C; RIBEIRO, P. L. L. **Análise dos efeitos da migração do bisfenol em embalagens de alimentos de politereftalato de etileno**. Salvador, 2018.

SILVA, C. N.; FUKOKA, T. M.; MANHANI, N. R. Produção e caracterização de biofilmes de fécula de mandioca com extratos aquoso e alcoólico de própolis. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 2021, vol. 8, n. 19, p. 1257-1272.

SCHAEFFER, D. **Obtenção e caracterização de biopolímeros a partir de fécula de mandioca e amido de milho**. 2020. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 17 jul. 2020.

TAYYAR, N.; YOUSSEF, A.; HINDI, R. . Antimicrobial Food Packaging Based on Sustainable Bio-based materials for Reducing Foodborne Pathogens: A Review. **Food Chemistry**. 310. 125915. 10.1016/j.foodchem.2019.125915, 2019.

THAKUR, R.; PRISTIJONO, P.; SCARLETT, C. J.; BOWYER, M.; SINGH, S. P., & VUONG, Q. V. Starch-based films: Major factors affecting their properties. **International Journal of Biological Macromolecules**. (2019). doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.03.190.

TOMAZ, P. H. A. Conservação de frutos de mamão na pós-colheita com uso de biofilme à base de fécula de mandioca. TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal Goiano. Ceres, 2021.

TSANG, Y. F.; KUMAR, V.; SAMADAR, P.; YANG, Y.; LEE, J., OK, Y. S.; JEON, Y. J. Production of bioplastic through food waste valorization. **Environment International**, 2019.

VEDOVE, T. M. A. R. D. **Amido termoplástico com potencial indicador de mudança de pH para embalagens de alimentos**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade São Paulo, São Paulo, Brasil. 2019. 147 p.

ZHAO, X.; CORNISH, K.; VODOVOTZ, Y. Narrowing the Gap for Bioplastic Use in Food Packaging: An Update. **Environmental Science & Technology**. 2020 Apr 21;54(8):4712- 4732.

**ANÁLISE DE MUDANÇAS NA COBERTURA VEGETAL DO  
ASSENTAMENTO TEIJIN DO MUNICÍPIO DE NOVA  
ANDRADINA/MS UTILIZANDO O GOOGLE EARTH  
ENGINE**

**ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS EN LA CUBIERTA VEGETAL  
EN EL ASENTAMIENTO DE TEIJIN EN EL MUNICIPIO DE  
NOVA ANDRADINA/MS UTILIZANDO EL MOTOR  
GOOGLE EARTH**

**ANALYSIS OF CHANGES IN VEGETATION COVER IN  
THE TEIJIN SETTLEMENT IN NOVA ANDRADINA/MS  
USING GOOGLE EARTH ENGINE**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.575-594>

**Thamiris Marcela Lopes Gomes**

Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, [thamiris.gomes@estudante.ifms.edu.br](mailto:thamiris.gomes@estudante.ifms.edu.br)

**Grazieli Suzsek de Lima**

Doutorado em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de Mato grosso do sul, [grazieli.suszek@ifms.edu.br](mailto:grazieli.suszek@ifms.edu.br)



## Resumo

Nos últimos anos o emprego de geotecnologias para o monitoramento ambiental tem se mostrado uma ferramenta poderosa e eficiente em diversas aplicações. Indicadores de Vegetação analisam a qualidade da vegetação, baseiam-se nas propriedades do espectro eletromagnético refletido pelas plantas, principalmente a clorofila, o pigmento responsável pela fotossíntese. O objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica da cobertura vegetal no Assentamento Teijin, localizado no município de Nova Andradina, no estado do Mato Grosso do Sul. Para isso, foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2A processadas na plataforma Google Earth Engine (GEE). A análise e projeção das imagens e formação dos gráficos da área de estudo foi realizada de forma semestral, abrangendo o período de 2019 até o ano de 2022 de forma semestral. O índice NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) foi utilizado e expresso em forma de gráfico para destacar as possíveis mudanças das características da vegetação em seu desenvolvimento ao longo do tempo. Para a elaboração deste trabalho utilizou-se o software QGIS 3.22.14 para extrair a área total ocupada e a plataforma Google Earth Engine (GEE) fornece diversas informações e formas de aplicações de forma gratuita. O catálogo de imagens utilizadas foi do satélite Sentinel-2A, por apresentar imagens com melhor resolução, de 10 metros, superando a resolução de outros satélites também disponíveis no catálogo de dados do GEE. O GEE possibilitou a rápida coleta de dados e a identificação da vegetação da superfície terrestre e o monitoramento das mudanças no uso da terra ao longo do tempo. A vegetação durante 6 meses apresentou degradação, mostrando que o período das secas influencia diretamente no seu desenvolvimento.

**Palavras-Chave:** Google Earth Engine; NDVI; Sensoriamento Remoto.

## Resumen

En los últimos años, el uso de geotecnologías para la vigilancia del medio ambiente ha demostrado ser una herramienta potente y eficaz en diversas aplicaciones. Los indicadores de vegetación analizan la calidad de la vegetación basándose en las propiedades del espectro electromagnético reflejado por las plantas, principalmente la clorofila, el pigmento responsable de la fotosíntesis. El objetivo de este estudio fue analizar la dinámica de la cobertura vegetal en el Asentamiento Teijin, localizado en el municipio de Nova Andradina, en el estado de Mato Grosso do Sul. Para ello, se utilizaron imágenes del satélite Sentinel-2A procesadas en la plataforma Google Earth Engine (GEE). El análisis y la proyección de las imágenes y la formación de los gráficos de la zona de estudio se realizaron con carácter semestral, abarcando el período comprendido entre 2019 y el año 2022 con carácter semestral. Se utilizó el índice NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada) y se expresó en forma de gráfico para poner de relieve los posibles cambios de las características de la vegetación en su evolución a lo largo del tiempo. Se utilizó el programa QGIS 3.22.14 para extraer la superficie total ocupada y la plataforma Google Earth Engine (GEE) proporciona información variada y formas de aplicación gratuitas. El catálogo de imágenes utilizado fue el del satélite Sentinel-2A, ya que presentaba imágenes con una mejor resolución, de 10 metros, superando la resolución de otros satélites también disponibles en el catálogo de datos de GEE. La GEE permitió recoger rápidamente datos e identificar la vegetación de la superficie terrestre y controlar los cambios de

uso del suelo a lo largo del tiempo. La vegetación durante 6 meses mostró una degradación, lo que demuestra que la estación seca influye directamente en su desarrollo.

**Palabras clave:** Google Earth Engine; NDVI; Detección remota.

## Abstract

In recent years the use of geotechnologies for environmental monitoring has proven to be a powerful and efficient tool in several applications. Vegetation indicators analyze the quality of vegetation, based on the properties of the electromagnetic spectrum reflected by plants, mainly chlorophyll, the pigment responsible for photosynthesis. The objective of this study was to analyze the dynamics of vegetation cover in the Teijin Settlement, located in the municipality of Nova Andradina, in the state of Mato Grosso do Sul. For this, Sentinel-2A satellite images processed on the Google Earth Engine (GEE) platform were used. The analysis and projection of the images and formation of the graphs of the study area was carried out semiannually, covering the period from 2019 to the year 2022 semiannually. The NDVI index (Normalized Difference Vegetation Index) was used and expressed in graph form to highlight possible changes in the characteristics of the vegetation in its development over time. The QGIS 3.22.14 software was used to extract the total occupied area and the Google Earth Engine (GEE) platform provides various information and forms of applications for free. The image catalog used was from the Sentinel-2A satellite, for presenting images with better resolution, of 10 meters, surpassing the resolution of other satellites also available in the GEE data catalog. The GEE made it possible to quickly collect data and identify the vegetation of the earth's surface and monitor land use change over time. The vegetation during 6 months showed degradation, showing that the dry season directly influences its development.

**Keywords:** Google Earth Engine; NDVI; Remote Sensing.

## Introdução

O Assentamento Teijin teve suas origens na desapropriação da Fazenda Teijin, que pertencia ao Grupo Japonês Teijin Desenvolvimento Agropecuário Ltda – Sócio Shigeaki Hayashi. Foi desapropriada pelo Governo Federal para fins de reforma agrária. As principais fontes de renda das famílias assentadas têm origem na agricultura familiar, com atividades como a pecuária leiteira, pecuária de corte e a produção agrícola com a horticultura e fruticultura (DETTMER, 2015).

O uso de geotecnologias para monitorar a vegetação tem se mostrado uma ferramenta poderosa e eficiente em diversas aplicações. Essas tecnologias incluem sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG) e análise de imagens. Uma ferramenta que vem otimizando tempo e custo e auxiliando no desenvolvimento de pesquisas é o Google Earth Engine (GEE) que é uma plataforma online do Google que detém informações globais que auxiliam na detecção de

mudanças na superfície terrestre, oceanos e atmosfera (VALE, 2019). O Google Earth Engine (GEE), é uma plataforma de computação baseada em nuvem hospedada pelo Google. GEE fornece acesso direto a um catálogo de vários petabytes de imagens de satélite e conjuntos de dados geoespaciais, incluindo todo o catálogo Landsat do EROS (USGS / NASA), MODIS, e Sentinel-2. Além de permitir de forma gratuita análises da superfície da Terra, para pesquisa, educação e uso sem fins lucrativos (FELIPE LOBO, 2020).

O Sentinel-2A foi o primeiro satélite óptico da série a ser operado pela ESA. Ele foi lançado em 2015 e leva a bordo o sensor multiespectral MSI com 13 bandas espectrais, variando de 443 a 2190 nm, com resolução espacial de 10m para as bandas do visível, 20m para o infravermelho e 60m para as bandas de correção atmosférica. Suas aplicações são para o monitoramento da agricultura, florestas, zonas costeiras, águas interiores, desastres naturais e uso e ocupação das terras (EMBRAPA, 2018).

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), ou Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, é um dos índices de vegetação mais utilizados por ser um indicador simples de biomassa fotossinteticamente ativa. O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), facilita a obtenção e modelagem de parâmetros biofísicos das plantas, como a área foliar, biomassa e porcentagem de cobertura do solo (JENSEN, 2009).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica da cobertura vegetal, além de expressar o índice NDVI em forma de gráfico do Assentamento Teijin do município de Nova Andradina - Mato Grosso do Sul, de forma semestral a partir do ano de 2019 ao ano de 2022, por meio de processamento de imagens do satélite Sentinel-2A na plataforma GEE. As alterações na cobertura vegetal foram identificadas através da utilização do índice físico NDVI que destaca características da vegetação possibilitando identificar mudanças no seu desenvolvimento.

## Referencial teórico

De acordo com Zurqani *et al.* (2018), detectar mudanças no uso e cobertura da terra pode identificar potenciais eventos ambientais associados à rápida urbanização,

conversão de florestas e expansão agrícola, que são indicadores de mudanças que podem levar à perda de biodiversidade e degradação ambiental. Dessa maneira, a análise da dinâmica da cobertura vegetal dessa região possibilita obter informações detalhadas sobre o estado da vegetação, como densidade, saúde, cobertura presentes em determinadas áreas.

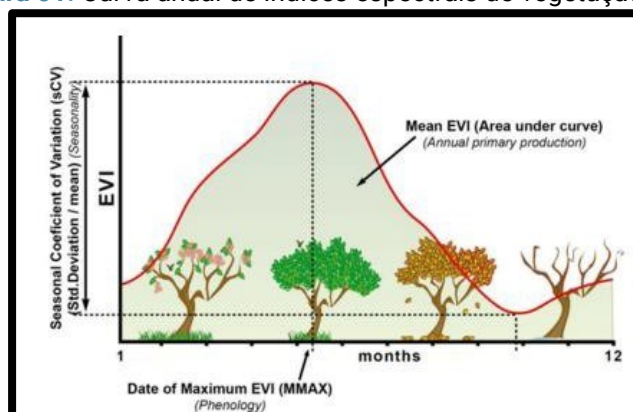
O estudo da geoestatística contribui com o mapeamento das zonas produtivas considerando a variação espacial das propriedades do solo, permitindo identificar as variáveis da área e direcionar os manejos de forma localizada, promovendo sustentabilidade à produção (IARA DIAS, 2023).

O levantamento do uso e cobertura do solo indica a distribuição geográfica da tipologia de uso através de padrões homogêneos da cobertura terrestre, de modo a obter uma representação temática da superfície terrestre sintetizada por meio de mapas (IBGE, 2013).

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), facilita a obtenção e modelagem de parâmetros biofísicos das plantas, como a área foliar, biomassa e porcentagem de cobertura do solo (JENSEN, 2009). Esse índice expressa a variação de biomassa e permite observar o comportamento da vegetação da superfície terrestre ao longo do tempo.

A correlação positiva e significativa entre o NDVI e altura era esperada, visto a relação da atividade fotossintética em função da altura e do índice de área foliar, influenciando nas respostas espectrais da planta (IARA DIAS, 2023). De acordo com Rouse *et. al.* (1973), o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), permite analisar as variações de atividade clorofiliana no processo da fotossíntese sofridas pela cobertura vegetal no decorrer do tempo (Figura 1).

**Figura 01:** Curva anual de índices espectrais de vegetação (VI).

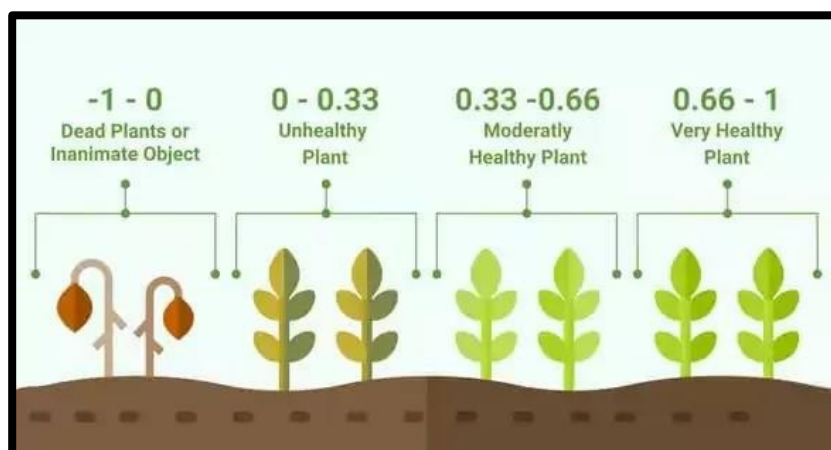


Fonte: EOS (2019).

Com o advento do sensoriamento remoto as questões relacionadas ao meio urbano e, sobretudo a cobertura vegetal tiveram um avanço significativo quando analisadas a partir de imagens de satélites, o que possibilitou um estudo mais detalhado desse ambiente (PORTÉGLIO, 2021).

Conforme proposto por Rouse *et al.* (1973; 1974), com valores possíveis variando de -1 a 1 (Figura 2). O cálculo desse índice foi realizado pela linguagem java script na plataforma Google Earth Engine. O solo exposto geralmente tem valor NDVI de 0,1 a 0,2; a vegetação sempre terá índices positivos entre 0,2 e 1. O dossel superior da vegetação densa e saudável geralmente apresenta valores acima de 0,5 e a vegetação esparsa terá valores entre 0,2 e 0,5 (CEREDA, 2020).

**Figura 02:** Valores NDVI consagrados na bibliografia para vegetação.



Fonte: EOS (2019).

Porém, é preciso ressaltar que a interpretação do índice de vegetação requer perícia, pois outros fatores além da própria vegetação podem afetar os valores observados. A interpretação precisa desses índices requer consideração da vegetação local, tipos de cultivo, estação do ano, condições climáticas e outros aspectos específicos da área de estudo.

## Metodologia

O local escolhido para o desenvolvimento do trabalho experimental compreende o Assentamento Teijin, conforme a figura 03, que está situado na rodovia MS 134, rodovia estadual que liga o distrito de Nova Casa Verde ao município de Nova Andradina (GOOGLE EARTH, 2023).

**Figura 03:** Shape da área referente ao Assentamento Teijin.



Fonte: Google Earth Pro (2023).

As imagens utilizadas são do satélite Sentinel-2 MSI Level-2A nas bandas B2, B3, B4, descritas como azul, verde e vermelho nessa ordem, possuem escala de 0,0001 foram adquiridas via Google Earth Engine (GEE), e a área total ocupada foi extraída por meio do QGIS 3.22.14 e adicionadas ao GEE, na forma de medianas semestrais, entre janeiro de 2019 e dezembro de 2022.

Em seguida, formou-se um arquivo final para cada semestre, utilizado para avaliar a cobertura vegetal e o uso da terra nas áreas rurais. As imagens coletadas são do início do ano de 2019 pois foi a partir dessa data que se iniciou a coleção de imagens da área de estudo a partir do segundo semestre de 2018, sendo que dados gráficos não estavam disponíveis.

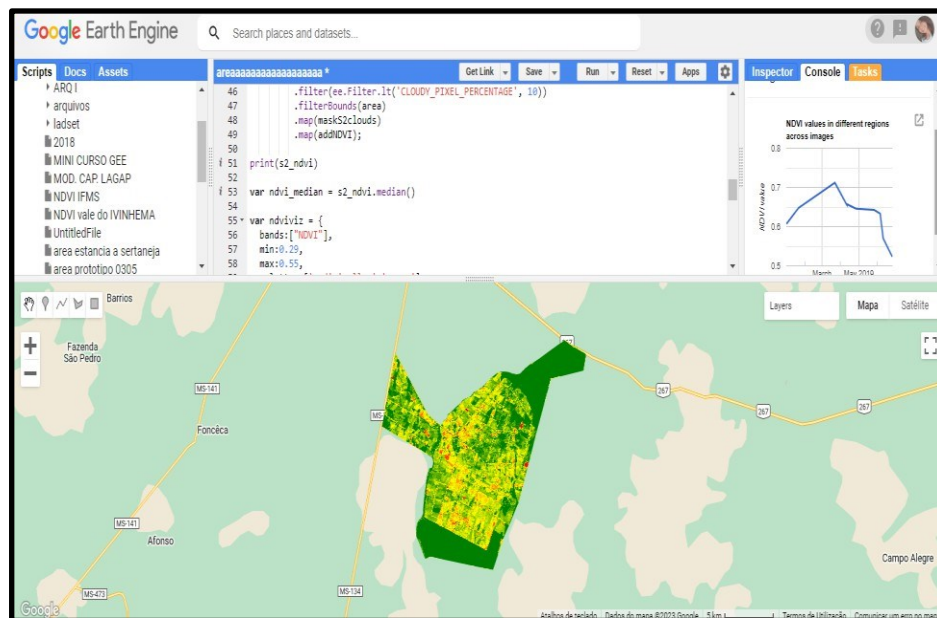
Essas imagens são processadas e analisadas utilizando técnicas de sensoriamento remoto e algoritmos de classificação, permitindo a criação de mapas e índices de vegetação. Através da janela de programação "code editor" da plataforma GEE foi possível relacionar os dados da série temporal de NDVI, para obter uma sequência de gráficos, permitindo a análise com as médias dos dados ao longo de 9 semestres.

## Resultados e discussão

Após a elaboração do script foi possível gerar imagens através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do Assentamento Teijin. O NDVI é um bom indicador de alterações na vegetação além do uso e cobertura do solo, por meio

dos intervalos de classificação que são identificados pela diferença de cores. A Figura 04 apresenta a interface do GEE com a imagem e o gráfico estudado.

**Figura 04:** NDVI primeiro semestre de 2019.



Fonte: própria (2023).

Os dados vegetativos coletados nos diferentes períodos de análise do experimento, mostram de maneira geral que a localidade é caracterizada por apresentar um segundo semestre com a redução dos valores e mudança na coloração. É possível identificar nas Figuras 06, 08, 10 e 12, uma queda no índice em todos os segundos semestres dos anos em relação ao primeiro semestre de cada ano.

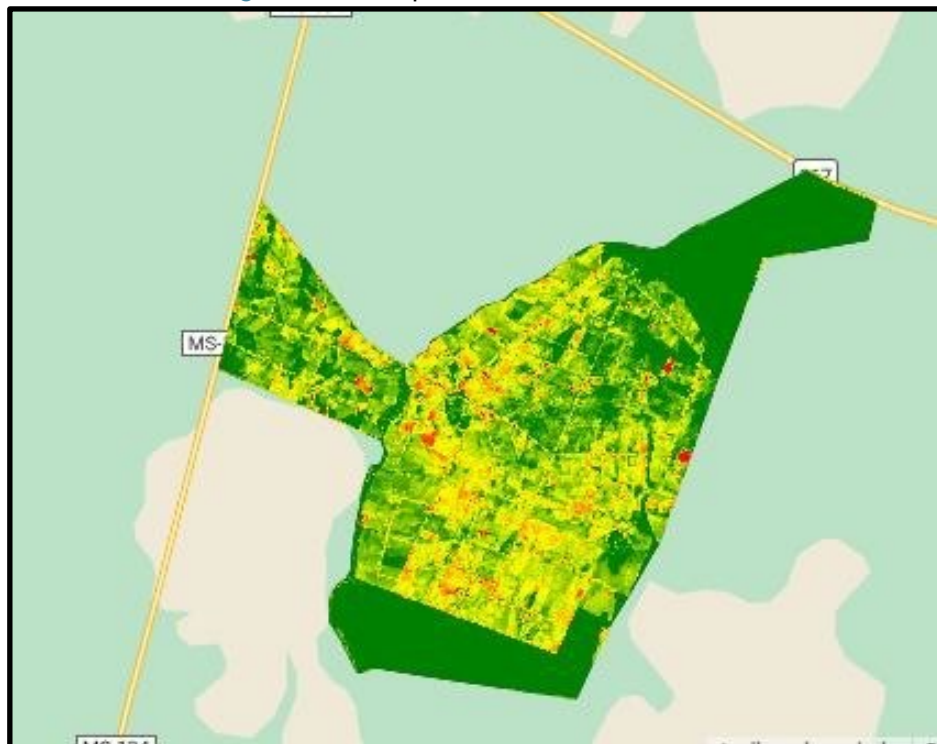
Os mapas representados em forma de figuras demonstram com clareza a partir do NDVI a trajetória da mudança do uso e cobertura do solo e os impactos causados. Os valores são identificados por cores. Do mesmo modo que Cardoso *et al.* (2019) a coloração esverdeada representa a vegetação densa e sua intensidade indica o vigor da vegetação, seguida da vegetação secundária cor verde claro, gramíneas cor bege e cor laranja, a vermelha representa sem cobertura.

As Figuras 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 mostram a distribuição para o valor do NDVI para os anos observados, a partir das imagens geradas na região do estudo. Essas indicam mudanças de valores nas séries temporais e apresentam em forma de valores a mudança na coloração da área.

As Figuras 21, 22, 23 e 24 apresentam as médias mensais de temperatura durante os anos analisados, onde nota-se o aumento da temperatura no decorrer do

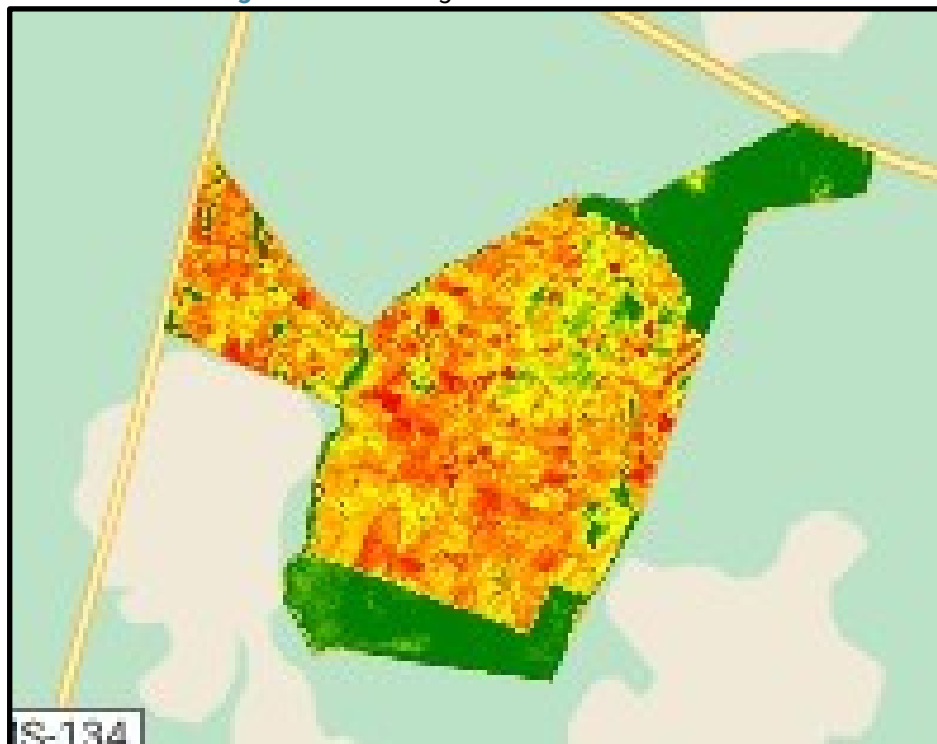
ano a partir do segundo semestre, fator que influencia diretamente sobre a coloração avermelhada e o baixo valor de NDVI obtidos através da plataforma GEE.

**Figura 05:** NDVI primeiro semestre de 2019.



Fonte: própria (2023).

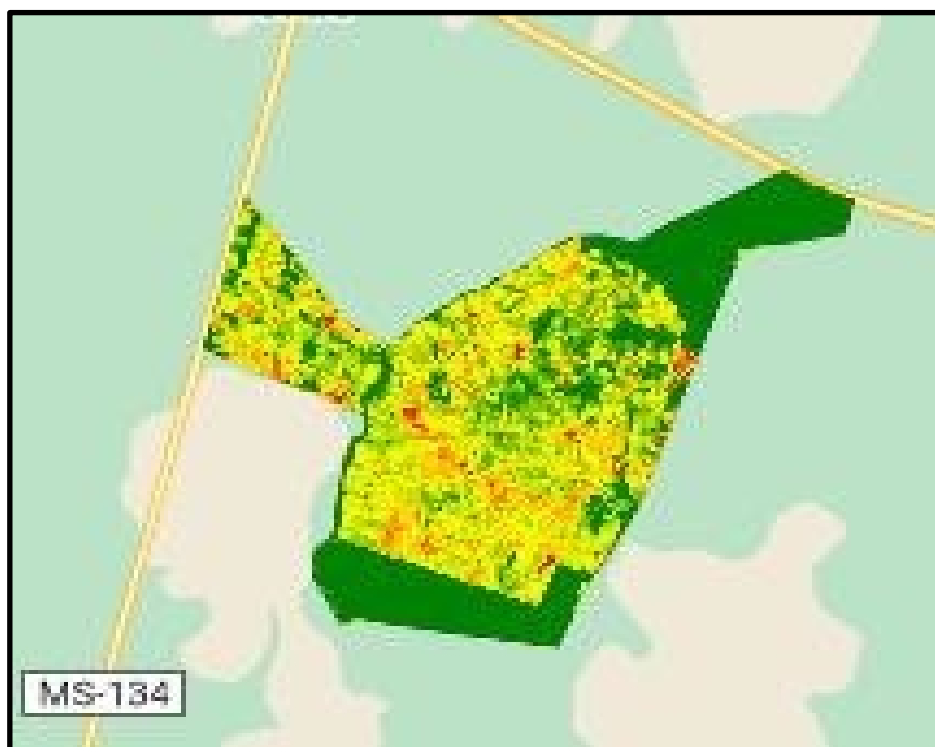
**Figura 06:** NDVI segundo semestre de 2019.



Fonte: própria (2023).

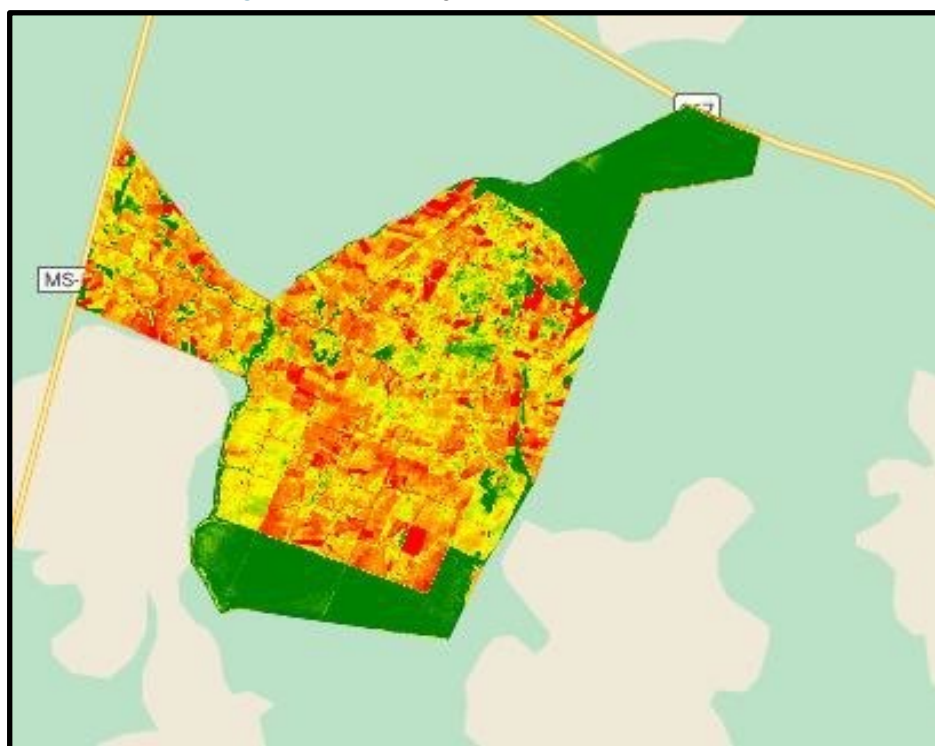


**Figura 07:** NDVI primeiro semestre de 2020.



Fonte: própria (2023).

**Figura 08:** NDVI segundo semestre de 2020.



Fonte: própria (2023).

**Figura 09:** NDVI primeiro semestre de 2021.



Fonte: própria (2023).

**Figura 10:** NDVI segundo semestre de 2021.



Fonte: própria (2023).

**Figura 11:** NDVI primeiro semestre de 2022.



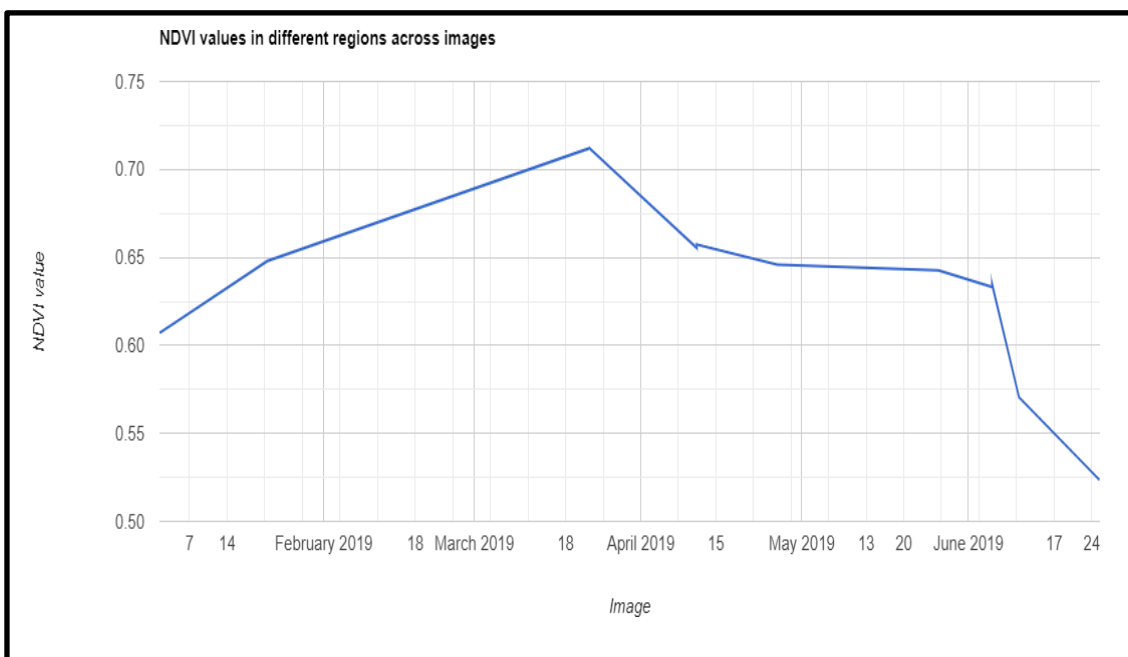
Fonte: própria (2023).

**Figura 12:** NDVI segundo semestre de 2022.



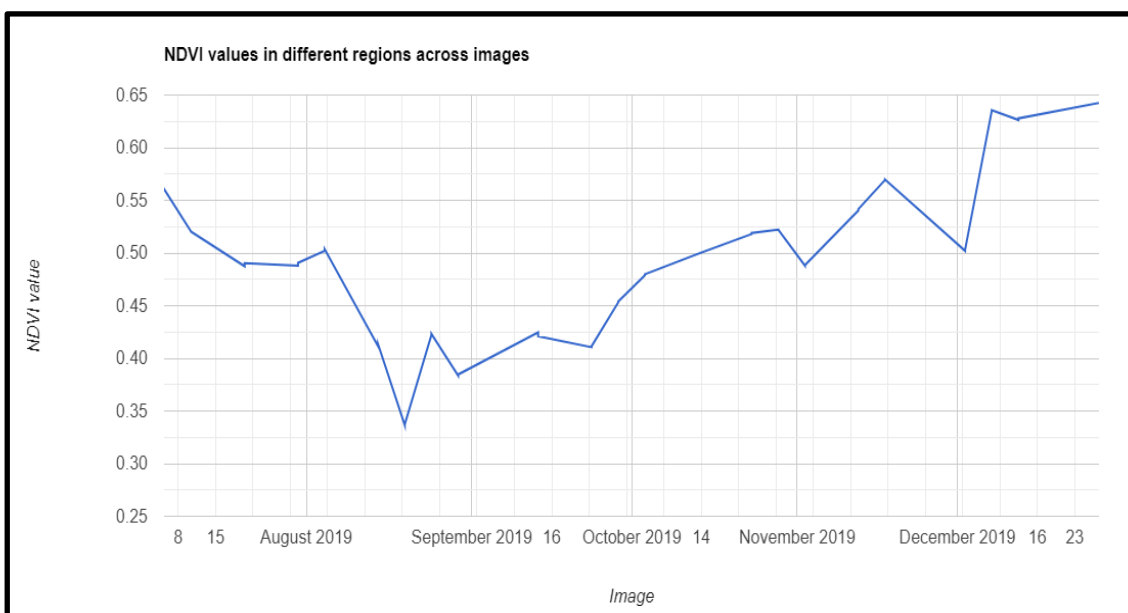
Fonte: própria (2023).

**Figura 13:** NDVI primeiro semestre de 2019.



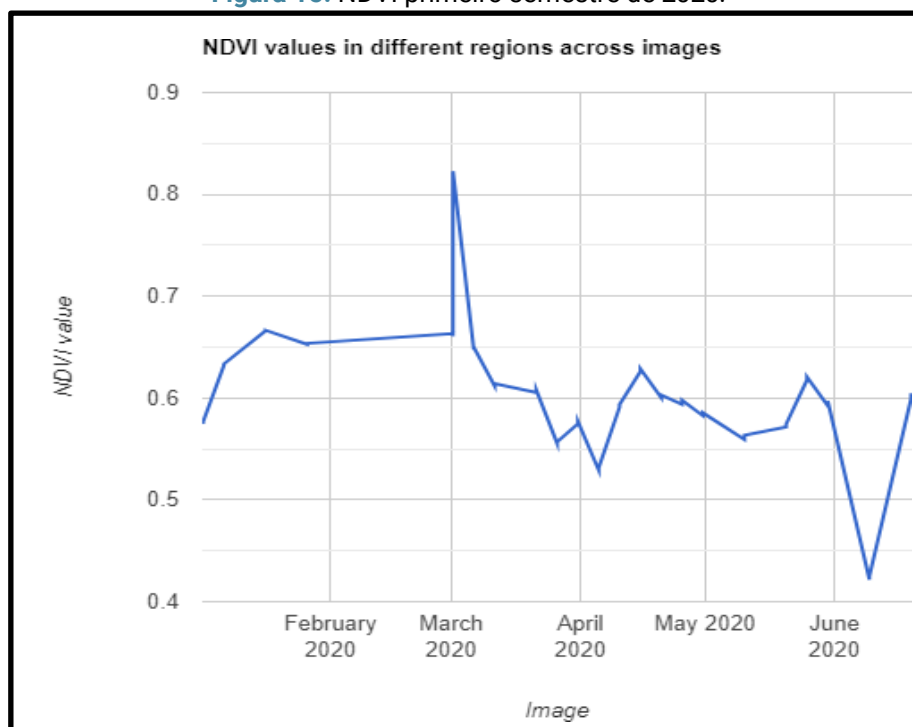
Fonte: própria (2023).

**Figura 14:** NDVI segundo semestre de 2019.



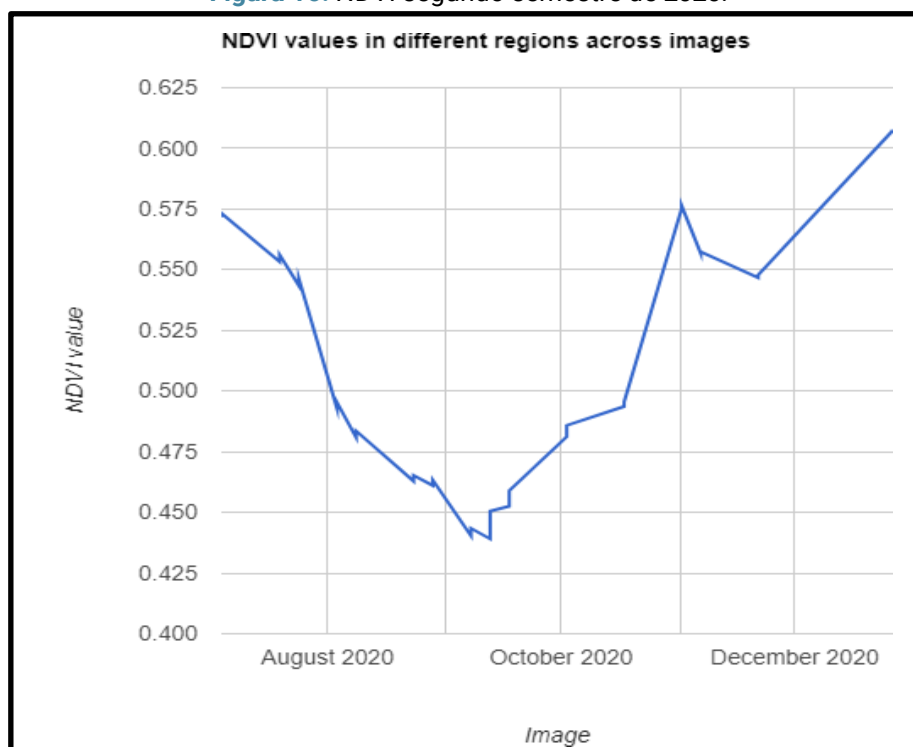
Fonte: própria (2023).

Figura 15: NDVI primeiro semestre de 2020.



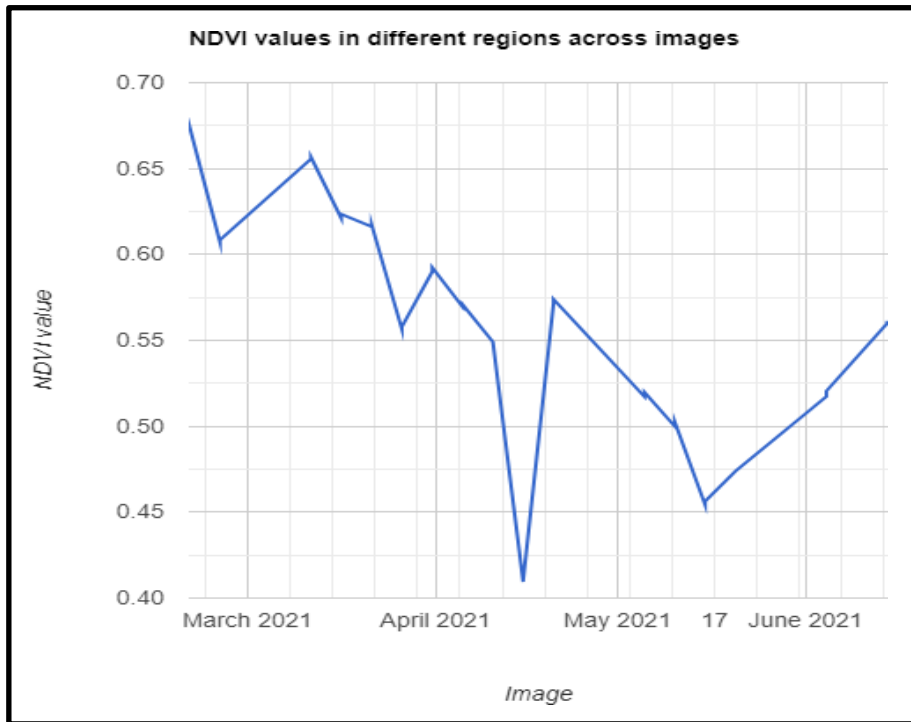
Fonte: própria (2023).

Figura 16: NDVI segundo semestre de 2020.



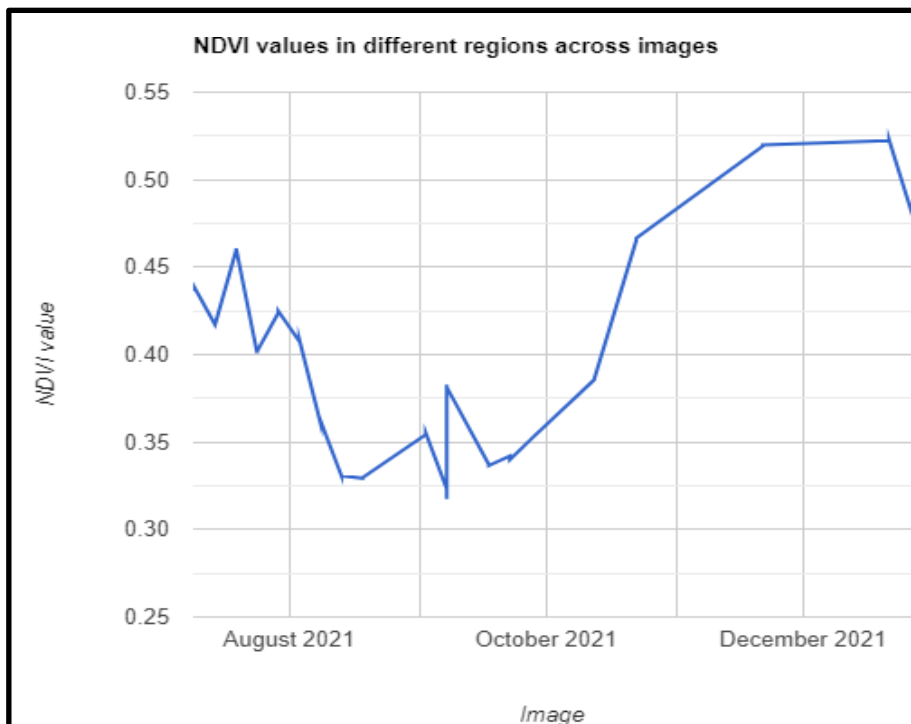
Fonte: própria (2023).

**Figura 17:** NDVI primeiro semestre de 2021.



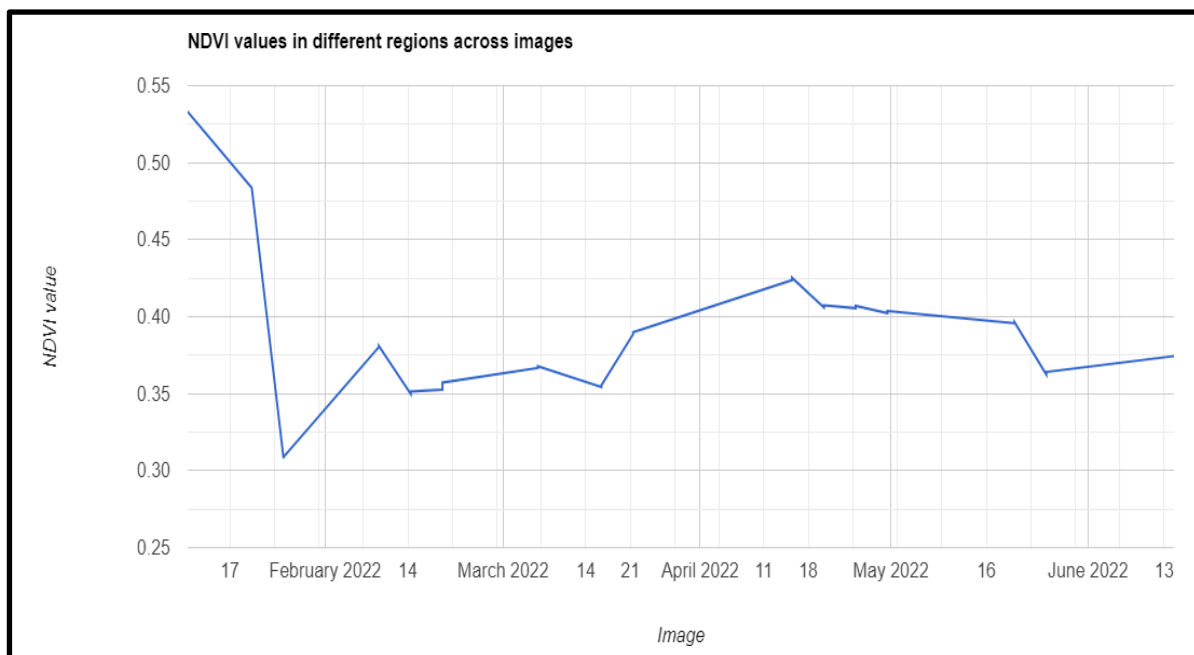
Fonte: própria (2023).

**Figura 18:** NDVI segundo semestre de 2021.



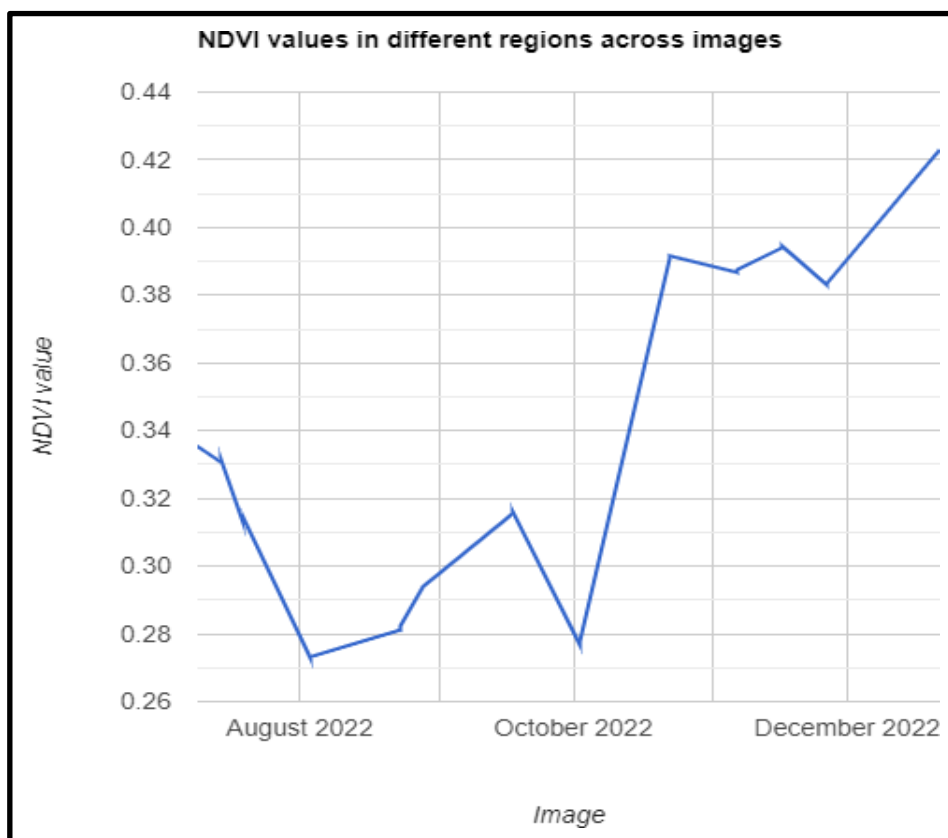
Fonte: própria (2023).

Figura 19: NDVI primeiro semestre de 2022.



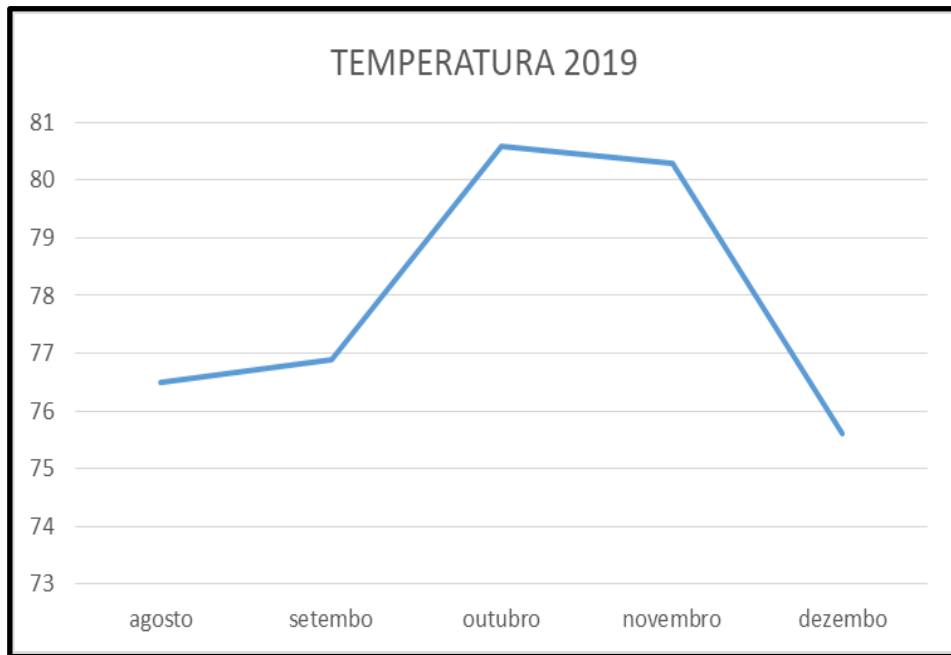
Fonte: própria (2023).

Figura 20: NDVI segundo semestre de 2022.



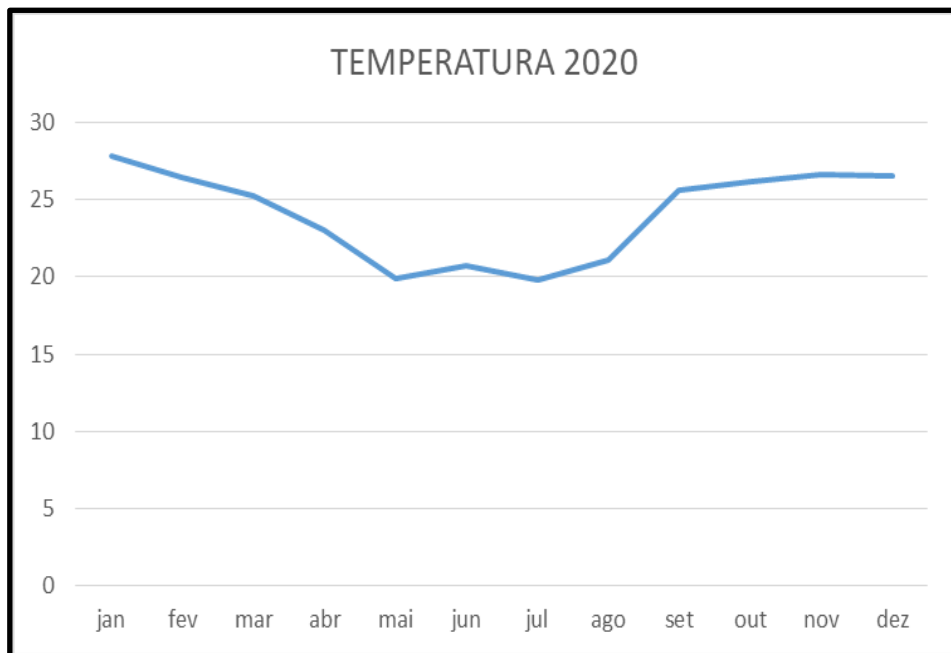
Fonte: própria (2023).

**Figura 21:** Temperatura anual de 2020.



Fonte: própria (2023).

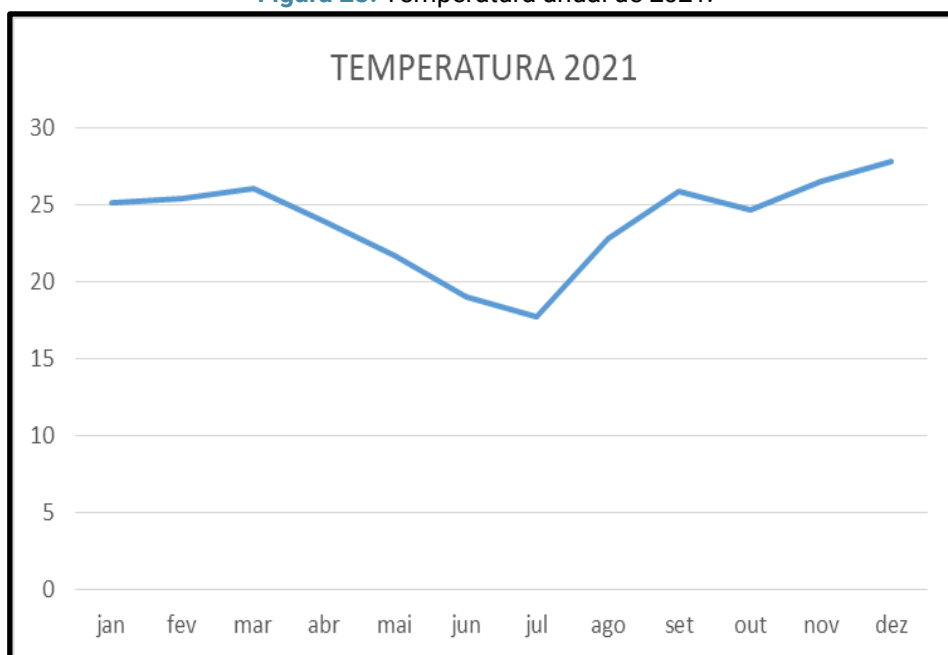
**Figura 22:** Temperatura anual de 2020.



Fonte: própria (2023).

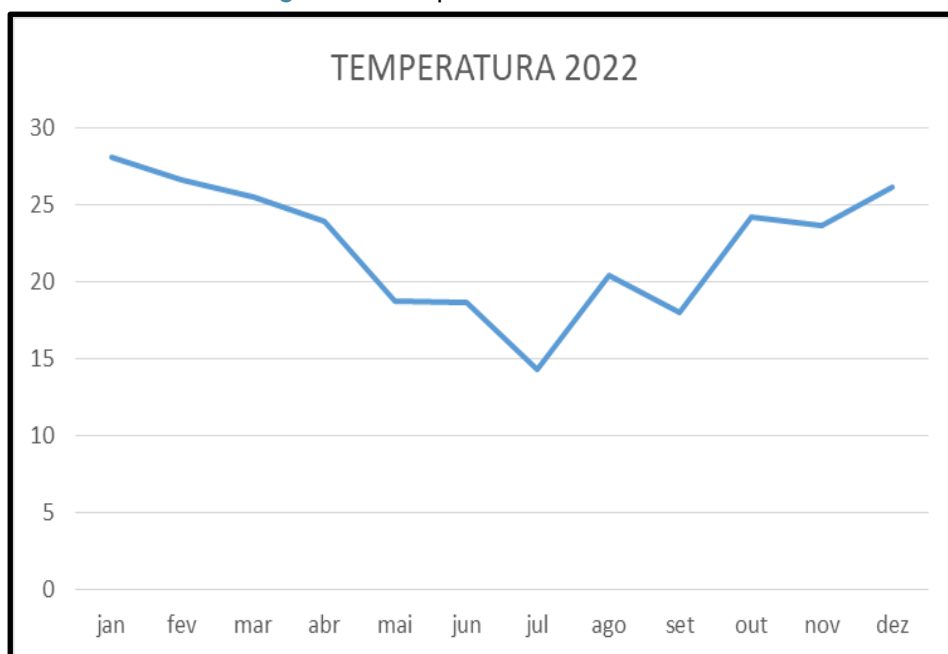


**Figura 23:** Temperatura anual de 2021.



Fonte: própria (2023).

**Figura 24:** Temperatura anual de 2022.



Fonte: própria (2023).

## Conclusões

O Google Earth Engine mostrou-se uma plataforma eficaz para o processamento e análise de dados geospaciais, muito úteis para monitorar a cobertura do solo, oferecendo informações valiosas sobre o estado e a dinâmica da vegetação, para o desenvolvimento eficaz de um plano de gestão da área para um melhor planejamento agrícola e conservação dos recursos naturais, são necessários

estudos mais detalhados em relação à dinâmica da vegetação, a interpretação correta dos dados e a necessidade de validação em campo. No entanto, essa tecnologia tem se mostrado eficiente, contribuindo significativamente para o monitoramento e a gestão da vegetação de forma sustentável.

## Referências

CARDOSO, Juliana Fonseca *et al.* ANÁLISE MULTITEMPORAL DO DESMATAMENTO POR NDVI DO MUNICÍPIO DE RONDON DO PARÁ NOS ANOS DE 2007 E 2017. *In:* MACHADO, Felipe Santana; DE MOURA, Aloysio Souza. **Educação, Meio Ambiente e Território 3**. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. v. 3, cap. 25, p. 252-258. ISBN 978-85-7247-144-2.

CEREDA JUNIOR, A. (Org. Trad.) **Tudo o que você precisa saber sobre o NDVI: Perguntas & Respostas para a Agricultura 4.0 - parte 1**, maio 2020.

IARA DIAS; Matheus Oliveira Alves; Rayner Sversut Barbieri. USO DE GEOTECNOLOGIAS E AVALIAÇÕES CONVENCIONAIS PARA DETERMINAÇÃO DE FITOMASSA DE FORRAGENS. *In:* ANAIS DO XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2023, Florianópolis. Anais eletrônicos. São José dos Campos, INPE, 2023.

DETTMER, Carlos Alberto. AGRICULTURA FAMILIAR–ESTUDO DE CASO NO ASSENTAMENTO TEIJIN, MUNICÍPIO DE NOVA ANDRADINA, MS/Family farms-case study in Teijin settlement, municipality of Nova Andradina, MS. **Revista Nera**, n. 29, p. 133- 150, 2016.

EMBRAPA TERRITORIAL. Satélites de Monitoramento. Campinas, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento>>.

EOS - EARTH OBSERVING SYSTEM. **NDVI FAQ: All you need to know about NDVI**. Artigo de 30 ago. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra: Série Manuais Técnicos em Geociências - nº 7. 3ª ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

JENSEN, J.R. (2009) Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres. Translated by: Epiphanio, J.C.N., Formagginseno, A.R., Santos, A.R., Rudorff, B.F.T., Almeida, C.M., Galvão, L.S., Parêntese, São José dos Campos, 598 p.

LOBO, F. **INTRODUÇÃO AO GOOGLE EARTH ENGINE**. Curso de Engenharia Hídrica/Cdtec. Jun/2020. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (UFPel).

PORTÉGLIO, LETÍCIA DE OLIVEIRA. Análise espacial das áreas verdes urbanas na região metropolitana de Belém-PA. (Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -

Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia). 25 f. 2021.

ROUSE, J. W.; HAAS, J. A.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: Earth Resources. Technology Satellite-1 Symposium, 3., Washington D.C., 1973. Proceedings... Washington, D. C.: NASA. Goddard Space Flight Center, v. 1, p.309-317. (NASA SP-351).

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W.; HARLAN, J. C. Monitoring the vernal advancement and retrogradation of natural vegetation. Greenbelt: National Aeronautics and Space Administration, 1974, 371 p. (Nasa/GSFC TYPE IV. Final Report).

Vale, J. R. B. (2019). Análise da Dinâmica do Uso e Cobertura da Terra nas Áreas Desflorestadas do Estado do Pará por meio da Plataforma Google Earth Engine. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, AM, Brasil.

ZURQANI, H. A.; POST, C.J.; MIKHAILOVA, E. A.; SCHLAUTMAN, M.A.; SHARP, J. L. Geospatial analysis of land use change in the savannah river basin using google earth engine. **Int.J. Appl. Earth Obs. Geoinf.**, v. 69. p. 175-185, 2018.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: NANOSENSORES E NANOBIOSENSORES PARA DETECÇÃO DE BACTÉRIAS PATOGÊNICAS E AFLATOXINAS

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: NANOSENSORES Y NANOBIOSENSORES PARA LA DETECCIÓN DE BACTERIAS PATÓGENAS Y AFLATOXINAS

# LITERATURE REVIEW: NANOSENSORS AND NANOBIOSENSORS FOR DETECTION OF PATHOGENIC BACTERIA AND AFLATOXINS

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.595-610>

**Patricia Viera de Oliveira**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, [p.v.oliveira@posgrad.ufsc.br](mailto:p.v.oliveira@posgrad.ufsc.br)

**Tarcisio Wolff Lea**

Pós-graduação em Engenharia de Materiais (PIPE), UFPR, [tarcisio.leal@ufpr.br](mailto:tarcisio.leal@ufpr.br)

**Júlia de Oliveira Martins Müller**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, [julia.omm@posgrad.ufsc.br](mailto:julia.omm@posgrad.ufsc.br)

**Carlos Rafael Silva de Oliveira**

Departamento de Engenharia Têxtil (DET - CTE), UFSC, [carlos.oliveira@ufsc.br](mailto:carlos.oliveira@ufsc.br)

**Afonso Henrique da Silva Júnior**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), UFSC, [afonso.silva@posgrad.ufsc.br](mailto:afonso.silva@posgrad.ufsc.br)

## Resumo

A intoxicação alimentar causada pelo consumo humano de alimentos contaminados com patógenos é uma das principais causas de problemas de segurança alimentar. Bactérias como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Clostridium botulinum*; podem causar intoxicação alimentar, disenteria, diarreia e sintomas como uma infecção fatal. Acrescenta-se que as micotoxinas, produzidas por fungos, são toxinas de ocorrência natural na qual as mais comuns são aflatoxinas B1, B2, G1 G2 e são prevalentes encontradas em alimentos e rações; as mesmas podem causar inflamação, inibição do crescimento, necrose hepática, mutagenicidade, carcinogenicidade, hepatotoxicidade e imunossupressão em humanos e animais. Existem vários métodos analíticos convencionais para detectar esses patógenos, mas geralmente apresentam limitações, como baixa sensibilidade, especificidade específica, equipamentos caros e demorados. Diante disso, os nanosensores/nanobiossensores são uma tecnologia avançada tratando-se de um dispositivo analítico que combina uma entidade biológica com transdutor físico-químico para medir o sinal elétrico ao interagir com o analisador de interesse desejado. Estes dispositivos apresentando ultra alta sensibilidade, especificidade, seletividade, reprodutibilidade, exatidão e precisão. O objetivo desta revisão bibliográfica é apresentar pesquisas recentes relacionadas a aplicações práticas de nanosensores e nanobiossensores com aptâmeros para a detecção de bactérias patogênicas e aflatoxinas. Os resultados deste trabalho são úteis para identificar tendências ou novas áreas de pesquisa, bem como ampliar a utilização desta tecnologia, pois apresentam inúmeras vantagens por tratar-se de um método rápido, robusto, sensível e específico para a detecção e monitoramento de bactérias patogênicas e aflatoxinas. Diante disso, os nanosensores/nanobiossensores apresentam como uma alternativa promissora para serem aplicadas no setor de alimentos.

**Palavras-Chave:** nanotecnologia; patógenos; detecção; alimentos.

## Resumen

La intoxicación alimentaria provocada por el consumo humano de alimentos contaminados con patógenos es una de las principales causas de los problemas de inocuidad de los alimentos. bacterias como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Clostridium botulinum*; puede causar intoxicación alimentaria, disentería, diarrea, e síntomas como una infección fatal. Se añade que las micotoxinas son toxinas de origen natural, de las cuales las más comunes son las aflatoxinas B1, B2, G1, G2 y se encuentran predominantemente en alimentos y piensos; pueden causar inflamación, inhibición del crecimiento, necrosis hepática, mutagenicidad, carcinogenicidad, hepatotoxicidad e inmunosupresión en humanos y animales. Existen varios métodos analíticos convencionales para detectar estos patógenos, pero a menudo tienen limitaciones como baja sensibilidad, especificidad específica, equipos costosos y lentos. Ante esto, los nanosensores/nanobiossensores son una tecnología avanzada tratándose de un dispositivo analítico que combina una entidad biológica con un transdutor físico-químico para medir la señal eléctrica al interactuar con el analizador de interés deseado. Estos dispositivos presentan sensibilidad, especificidad, selectividad,

reproducibilidad, exactitud y precisión ultra altas. El objetivo de esta revisión bibliográfica es presentar investigaciones recientes relacionadas con aplicaciones prácticas de nanosensores y nanobiosensores con aptámeros para la detección de bacterias patógenas y aflatoxinas. Los resultados de este trabajo son útiles para identificar tendencias o nuevas áreas de investigación, así como para ampliar el uso de esta tecnología, ya que presenta numerosas ventajas por ser un método rápido, robusto, sensible y específico para la detección y seguimiento de bacterias patógenas y aflatoxinas. Ante esto, los nanosensores/nanobiosensores presentan una alternativa prometedora para ser aplicada en el sector alimentario.

**Palabras Clave:** nanotecnología; patógenos; detección; alimentos.

## Abstract

Food poisoning caused by human consumption of food contaminated with pathogens is one of the leading causes of food safety problems. Bacteria such as *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, and *Clostridium botulinum*; can cause food poisoning, dysentery, diarrhea, and symptoms such as a fatal infection. It is added that mycotoxins are naturally occurring toxins which. The most common are aflatoxins B1, B2, G1, and G2 are prevalent found in food and feed; they can cause inflammation, growth inhibition, hepatic necrosis, mutagenicity, carcinogenicity, hepatotoxicity, and immunosuppression in humans and animals. Several conventional analytical methods to detect these pathogens often have limitations such as low sensitivity, specific specificity, and expensive and time-consuming equipment. Because of this, nanosensors/nanobiosensors are an advanced technology in the case of an analytical device that combines a biological entity with a physical-chemical transducer to measure the electrical signal when interacting with the desired analyzer of interest. These devices feature ultra-high sensitivity, specificity, selectivity, reproducibility, accuracy, and precision. This literature review aims to present recent research on practical applications of nanosensors and nanobiosensors with aptamers for the detection of pathogenic bacteria and aflatoxin. The results of this work are helpful to identify trends or new areas of research, as well as to expand the use of this technology, as they have numerous advantages because it is a fast, robust, sensitive, and specific method for the detection and monitoring of pathogenic bacteria and aflatoxins. In view of this, nanosensors/nanobiosensors present a promising alternative to be applied in the food sector.

**Keywords:** nanotechnology; pathogens; detection; food.

## Introdução

Doença transmitida por alimentos causada pela ingestão humana de patógenos alimentos infectados são algumas das principais fontes de problemas de segurança alimentar. Bactérias patogênicas tal como *Escherichia coli* (*E. coli*), *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Listeria monocytogenes* (*Lm*), *Campylobacter spp.*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli* produtora de toxina Shiga e *Enterobacter sakazakii* na qual os principais sintomas de patógenos transmitidos

por alimentos em o corpo humano são disenteria, intoxicação alimentar, diarreia e até mesmo a morte (AMIRI et al., 2018; WANG et al., 2021). Nos últimos anos, a contaminação bacteriana e seus metabólitos durante o processamento de produtos em alimentos causaram sérios danos à saúde humana e à economia. De acordo com os Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), 70 % das diarreias estão relacionadas a vários microrganismos patogênicos geralmente presentes em alimentos, como *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Salmonella typhimurium* (*S. typhimurium*) e *Escherichia coli* (*E. coli*). Essas bactérias podem gerar toxinas que costumam ter forte estabilidade química na matriz alimentar. Enquanto isso, ao longo do tempo, várias cepas de bactérias começaram a mostrar resistência aos antibióticos comumente usados, o que representa uma grave ameaça à saúde pública global (XU et al., 2021). Anualmente, o número de mortes por infecção bacteriana é extremamente alta, com a previsão de 13 milhões de mortes em 2050 no mundo todo (AMIRI et al., 2018; WANG et al., 2021).

Diante deste cenário, também destacam-se as micotoxinas que são substâncias químicas tóxicas derivadas de fungos/bolor, contaminantes de ocorrência natural que representam um risco para a saúde humana (FUTURE; 2021, 2021). As aflatoxinas (AFs), um subconjunto de micotoxinas, são metabólitos fúngicos secundários produzidos principalmente por cepas toxigênicas de *Aspergillus spp.* incluindo *A. flavus* e *A. parasiticus*. Entre todos os tipos conhecidos de AF (aflatoxinas) B1 (AFB1), B2 (AFB2), G1 (AFG2), G2 (AFG2) são as toxinas de ocorrência natural mais prevalentes encontradas em alimentos e rações. Além disso, a aflatoxina M1 (AFM1) e M2 (AFM2) são as formas hidroxiladas de AFB1 e AFB2, respectivamente, encontradas no leite e produtos lácteos e são produzidas quando animais de pasto se alimentam de culturas contaminadas (ABREHAME et al., 2023) (BHARDWAJ et al., 2023). Sabe-se que as aflatoxinas e seus metabólitos são uma das principais causas de inflamação, deficiências de crescimento e necrose hepática, mutagenicidade, carcinogenicidade, hepatotoxicidade e imunossupressão em humanos e animais, cuja biotransformação com enzimas fisiológicas pode torná-los mais patogênicos (ABREHAME et al., 2023; EIVAZZADEH-KEIHAN et al., 2017). Uma das aflatoxinas mais patogênicas e carcinogênicas é a AFB1, que foi classificada como um carcinógeno humano do grupo I pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) (ABREHAME et al.,

2023; BHARDWAJ et al., 2023). Conforme relatado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), 25 % das colheitas do mundo estão contaminadas com micotoxinas durante o crescimento ou armazenamento (ABREHAME et al., 2023; MOHAMMADI SHAD; VENKITASAMY, 2023; PANKAJ; SHI; KEENER, 2018).

Logo, para detecção de patógenos de origem bactéria os métodos convencionais existentes para detecção enfrentam desafios de monitorização inadequada em termos de simplicidade, especificidade e rapidez. Técnicas moleculares como reação em cadeia da polimerase (PCR) e sua versão avançada PCR em tempo real podem detectar patógenos em níveis baixos. Porém, a exigência de instrumentação sofisticada e pessoal treinado torna esses métodos menos aplicáveis para situações de campo. A detecção de patógenos alvo requer melhorias para superar as desvantagens existentes e deve ser baseada em metodologias sensíveis, simples, rápidas e específicas (JYOTI; TOMAR; SHANKER, 2016). Bem como os métodos tradicionais para detectar e monitorar aflatoxina em alimentos como cromatografia líquida, cromatografia em camada fina e cromatografia líquida-espectrometria de massa, porém a maioria dos métodos propostos são superfaturados, demorados e portanto, incapazes de serem empregados como uma ferramenta de triagem geral (EIVAZZADEH-KEIHAN et al., 2017).

Devido a essas preocupações, há uma necessidade urgente de detecção ou monitoramento destes patógenos por meio de dispositivo avançado chamado nanobiossensor que trata-se de um dos método rápidos, robustos sensíveis e específicos para a detecção e monitoramento de bactérias patogênicas e aflatoxinas (EIVAZZADEH-KEIHAN et al., 2017; FUTURE; 2021, 2021). Diante disso, a nanotecnologia fornece soluções como o biodiagnóstico, onde ensaios baseados em nanopartículas permitem detectar especificamente bioanalitos de interesse. As nanopartículas como, por exemplo, nanopartículas de ouro são materiais promissores porque possuem propriedades ópticas únicas propriedades e altas áreas de superfície. Os nanobiossensores são sistemas específicos de reconhecimento molecular sondas que visam um analito e após convertem esse reconhecimento em um sinal mensurável (JYOTI; TOMAR; SHANKER, 2016).



Diante disso, o objetivo desta revisão bibliográfica é apresentar pesquisas recentes relacionadas a aplicações práticas de nanosensores e nanobiossensores com aptâmeros para a detecção de bactérias patogênicas e aflatoxinas. Este estudo fornece informações valiosas que podem ser úteis para identificar tendências ou novas áreas de pesquisa, bem como ampliar a produção/utilização desta tecnologia emergente.

## Nanosensores/nanobiossensores

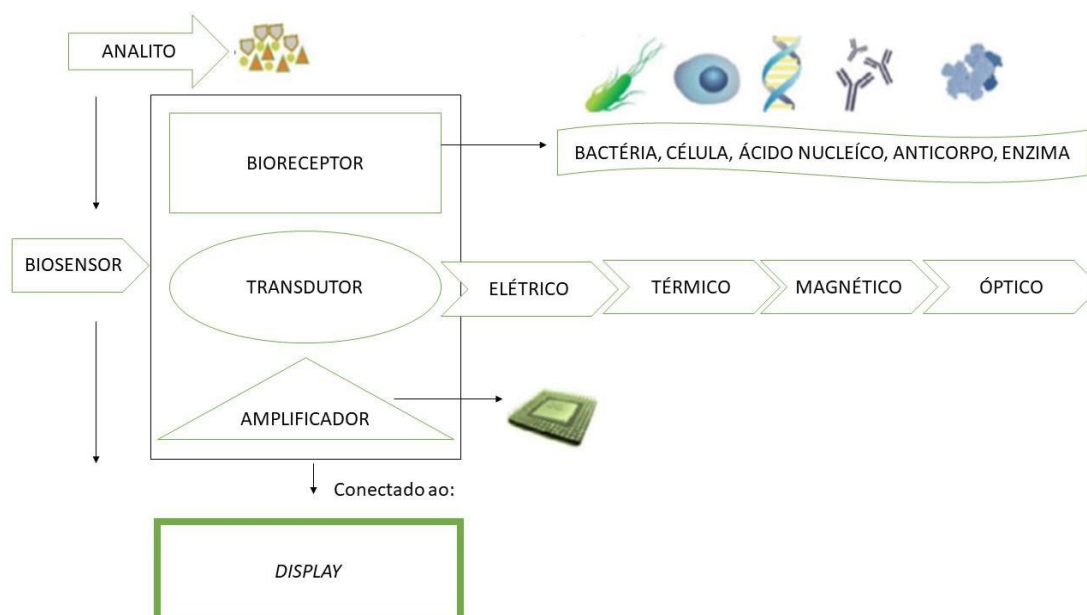
O nanobiossensor é uma tecnologia avançada que se trata de produto feito de nanomateriais que serão objeto de pesquisa e desenvolvimento para atingir o objetivo de atendimento clínico, detecção de fertilizantes bem como monitoramento de pesticidas, antibióticos, patógenos, toxinas, proteínas, micróbios em plantas, animais, alimentos, solo, ar e água. É uma ferramenta de detecção específica, sensível, barata, em campo, online e/ou em tempo real, que apresenta inúmeras outras aplicações na agricultura sustentável (SINGH, 2017).

Um biossensor é um dispositivo analítico que combina uma entidade biológica com transdutor físico-químico para medir o sinal elétrico ao interagir com o analisador de interesse desejado (FUTURE; 2021, 2021). Enquanto o nanobiossensor é uma versão avançada de um biossensor com ultra alta sensibilidade, especificidade, seletividade e reprodutibilidade (exatidão e precisão). Sistema como metais e nanopartículas de óxidos metálicos (NPs) (Au, Ag, Cu, Co, ZnO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, MgO, etc.), nanopartículas magnéticas, nanotubos de carbono (CNT), grafeno, dendrímeros, nanopartículas poliméricas e quantum dots (QDs) foram utilizadas no desenvolvimento de nanobiossensores para a detecção de analitos de interesse (FUTURE; 2021, 2021). Em um biorreceptor imobilizado sonda em matriz sólida são seletivos para moléculas de analito alvo em nanoescala ou escala atômica que abrir novas ferramentas para aplicações bioanalíticas reais para a detecção de analitos como uréia, glicose, pesticidas, metabólitos de microorganismos patogênicos entre outros (FUTURE; 2021, 2021; SINGH, 2017).

A Figura 01 mostra um esquema de representação de um biossensor composto por três componentes: elementos de sonda biológica, transdutor e detector. Os elementos biológicos da sonda são vários, como anticorpos, receptores, enzimas,

DNA/RNA, ácido nucleico peptídico (PNA), ácido nucleico bloqueado (LNA), células, microorganismos, organelas, etc. e recebem sinais da amostra de interesse que transmite ao transdutor. O transdutor é uma interface física que mede a mudança que ocorre física que ocorre com a reação no bioreceptor/sensível sonda biológica, e transforma a energia em saída elétrica mensurável. O detector detecta os sinais do transdutor, então passa para um microprocessador para amplificação e análise de dados e, finalmente, exibidos no dispositivo de saída. A gravação e exibição de dados unidade consiste em um amplificador, processador de sinal e display que são responsáveis por dados transferidos e resultados exibidos (FUTURE; 2021, 2021; JYOTI; TOMAR, 2017; SINGH, 2017).

**Figura 01:** Representação esquemática de biosensor.



Fonte: adaptado (FUTURE; 2021, 2021).

## Detecção de bactérias patogênicas alimentares usando nanobiossensores

Considerando a importância na detecção de patógenos em vários setores da indústria de alimentos, gestão de água, controle de qualidade ambiental (SAI-ANAND et al., 2018). O avanço no uso de nanomateriais em diversas aplicações incluindo o campo de nanosensores/nanobiossensores vem crescendo, diante disso, a Tabela 01 apresenta alguns recentes trabalhos que mostram o uso desta ferramenta para detecção de bactérias patogênicas. O trabalho de Madkour et al. (2023) teve como

objetivo detectar o gene SPA em *S. aureus* por meio de um método colorimétrico baseado em nanopartículas de ouro (AuNP). Para isso, foram extraídos DNA cromossômico de *S. aureus* e após foram projetados os primers e a sonda oligonucleotídica tiolada com base nos dados da sequência da proteína A obtidas no banco de genes. A análise de PCR foi realizada e o produto foi submetido a eletroforese em gel de agarose a 2 %. O nanosensor de ouro foi sintetizado por meio de uma reação entre AuNPs e a sonda oligonucleotídica tiolada. O gene *Staphylococcal protein A* (SPA) foi detectado baseada em mudança de cor detectadas a olho nu e espectrofotometria UV-vis. A análise por PCR revelou um fragmento característico do gene SPA com tamanho molecular de 545 pares de bases (pb) e limite de detecção de 60 pg·µL<sup>-1</sup>. As análises físico-químicas indicam a preparação correta de Au-Ns com um potencial zeta de -13,42 mV e faixa de tamanho de partícula de 6 a 11 nm. Além disso, a Au-Ns mostrou 100% de especificidade com um limite de detecção (DL) de 6 fg·µL<sup>-1</sup>. O método proposto pelos autores são promissores para serem aplicados em laboratórios clínicos e de pesquisa (MADKOUR et al., 2023).

Jin et al. (2020) utilizaram um biossensor de ressonância magnética nuclear no domínio do tempo (TD-NMR) baseado em nanopartículas superparamagnéticas (SMN) com tamanho de partícula ultrapequeno e o aplicamos para a detecção de *Salmonella* em amostras de leite por TD-NMR. O anticorpo biotinizado livre se liga especificamente à *Salmonella* no sistema homogêneo através da interação antígeno-anticorpo, e o anticorpo biotinizado-*Salmonella* é capturado pela estreptomicina no SMN modificado por SA por ligação específica à biotina. As sonda ligada à *Salmonella* é separada por filtração por membrana para detecção do último sinal de tempo de magnetização transversal NMR (T2). Todo o processo pode detectar *Salmonella* com precisão em níveis tão baixos quanto 10<sup>4</sup> UFC·mL<sup>-1</sup> em menos de 2 h. Este método mostrou-se promissor como ferramenta analítica poderosa permitindo testes rápidos e não destrutivos e detecção reconfigurável de bactérias- alvo (JIN et al., 2020).

Bagheri Pebdeni, Mousavizadegani, Mousa Vizadegan, Hosseini (2021), desenvolveram um sensor para reconhecimento e quantificação de *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) como uma bactéria patogênica de detecção dupla baseado em aptâmero e antibiótico proposto, combina nanoclusters de cobre (CuNCs). Um

método simples para CuNCs baseado em vancomicina como modelo usando uma plataforma de fluorescência foi proposto para a detecção de células inteiras de *S. aureus* via antibiótico e aptâmero. Usando CuNCs funcionalizados com receptores duplos ligados à vancomicina e aptâmero específico e durante o processo de emissão de indução de agregação, sinal de fluorescência melhorado linearmente com concentrações de *S. aureus* entre  $10^2$ - $10^8$  UFC·mL<sup>-1</sup>, e o limite de detecção foi de 80 UFC·mL<sup>-1</sup> após 45 min como o ideal tempo de incubação. Bactérias não-alvo apresentaram resultados negativos, comprovando a alta especificidade do sensor produzido pelos autores. Esta estratégia mostrou recuperações variando de 86 a 98 % em amostras de leite real e pode ser usada para o desenvolvimento de plataformas de detecção universal para detecção eficiente e específica de *S. aureus* com grande potencial de aplicações para monitoramento de bactérias patogênicas (BAGHERI PEBDENI; MOUSAVIZADEGAN; HOSSEINI, 2021).

Gangwar et al. (2022) desenvolveram um sensor para a identificação rápida do tipo bacteriano essencial para avaliação clínica rápida. Um nanobiossensor eletroquímico foi desenvolvido usando nanopartículas de ouro (AuNPs) para aumentar a atividade eletroquímica, e a forte afinidade de porções de ácido borônico para dióis permitiu a detecção e diferenciação de bactérias gram + e gram - na mesma plataforma. Uma célula eletroquímica em miniatura (E-Cell) dimensionável e robusta para os eletrodos desenvolvidos auxiliou na redução do desperdício de amostra, tempo de detecção e limite de detecção (LOD). Em aproximadamente 15 min, a plataforma de nanobiossensor proposta identificou as bactérias *Escherichia coli* (*E. coli*) e *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) com uma excelente taxa de recuperação para as amostras cegas. Devido ao seu tamanho e à camada extra de lipopolissacarídeos (LPS) contendo dióis, o bioeletrodo demonstrou uma resposta superior a *E. coli*, distinguindo-o efetivamente de *S. aureus*. Além disso, a plataforma de biossensor proposta demonstrou um excelente prazo de validade e reprodutibilidade com seletividade aceitável e exibiu uma excelente especificidade para bactérias, tornando-a uma candidata ideal para identificação rápida do tipo bacteriano (GANGWAR et al., 2022).

Benserhir et al. (2022) desenvolveram sensores bacterianos altamente sensíveis para detecção de *Escherichia coli* baseados em redes de nanofios de silício

(SiNW). O uso de estruturas nano apresenta como vantagem uma grande superfície de contato, permitindo interações potencialmente importantes com bactérias. A alta especificidade desses sensores é devido a funcionalização química dos nanofios, permitindo a ligação de anticorpos específicos direcionados ao lipopolissacarídeo (anti-LPS) de *E. coli*, mas não de *S. aureus*. O sensor exibe uma sensibilidade de 83  $\mu\text{A}$  por década de  $\text{UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$  devido às dimensões nanométricas dos nanofios. As medições elétricas garantem a detecção de várias concentrações de *E. coli* até  $10^2$   $\text{UFC}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Este dispositivo biossensor SiNW demonstrou uma potencial ferramenta alternativa para detecção bacteriana em tempo real como sensor eletrônico integrado miniaturizável e de baixo custo compatível com a tecnologia convencional de silício (BENSERHIR et al., 2022).

**Tabela 01:** Aplicação de nanosensor/nanobiossensor na detecção de bactérias patogênicas.

<b>Nanomaterial</b>	<b>Método/Técnica</b>	<b>Microorganismo</b>	<b>Referências</b>
<b>Nanopartículas de ouro</b>	Método colorimétrico baseado em nanopartículas de ouro	<i>Staphylococcus aureus</i>	(MADKOUR et al., 2023)
<b>Nanopartículas superparamagnéticas de óxido de ferro</b>	Biossensor de ressonância magnética nuclear no domínio do tempo	<i>Salmonella</i>	(JIN et al., 2020)
<b>Nanoclusters de cobre</b>	Fluorescência	<i>Staphylococcus aureus</i>	(BAGHERI PEBDENI; MOUSAVIZADEGAN; HOSSEINI, 2021)
<b>Nanopartículas de ouro</b>	Célula eletroquímica miniaturizada	<i>Escherichia coli</i> e <i>Staphylococcus aureus</i>	(GANGWAR et al., 2022)
<b>Nanofios de silício</b>	Sensor de redes de nanofios de silício	<i>Escherichia coli</i>	(BENSERHIR et al., 2022)

## Detecção de aflatoxinas usando nanobiossensores

A contaminação por micotoxinas em produtos agrícolas representa uma séria ameaça à saúde humana. Diante disso, a detecção rápida e sem rótulo da aflatoxinas vem atraindo o interesse crescente de pesquisas altamente sensíveis e seletivas que fazem o uso de nanosensores para determinação de micotoxinas em amostras de alimentos são altamente desejáveis para o monitoramento da

segurança alimentar. A Tabela 02 apresenta alguns recentes trabalhos que mostram o uso de nanosensores/nanobiossensores para detecção de micotoxinas. Akgönüllü; Yavuz & Denizli (2020) desenvolveram um método de detecção plasmônica altamente sensível e seletivo foi desenvolvido para a detecção de aflatoxina B1 (AFB1) baseado em nanosensor de ressonância plasmônica de superfície aprimorada. Primeiramente, AFB1 e N-metacrilóil-L-fenilalanina foram pré-complexados como uma molécula de molde e monômero funcional. Os polímeros molecularmente impressos com nanopartículas de ouro foram revestidos na superfície de chip de ouro de ressonância plasmônica de superfície (SPR). O nanosensor impresso AFB1 mostrou uma ampla faixa linear, entre  $0,0001 \text{ ng}\cdot\text{mL}^{-1}$  e  $10,0 \text{ ng}\cdot\text{mL}^{-1}$ , e o limite de detecção é  $1,04 \text{ pg}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Comparado com o nanosensor não impresso, o fator de impressão foi de 5,91. Os estudos de detecção de AFB1 foram realizados usando várias amostras de alimentos. Os autores destacam que os nanosensores ressonância plasmônica de superfície aprimorada foram desenvolvidos uma estratégia simples, sensível e seletiva para a detecção de AFB1 promissores para serem aplicados em sua pesquisa fornece uma plataforma de detecção SPR de baixo custo, simples, rápida, de alta sensibilidade e seletividade com grande potencial para análise de amostras de alimentos (AKGÖNÜLLÜ; YAVUZ; DENIZLI, 2020).

Singh et al. (2022) desenvolveram um novo imunossensor fluorescente baseado em pontos quânticos de carbono dopados com nitrogênio (CQDs) foi desenvolvido para análise de aflatoxina M1 (AFM1). Os CQDs dopados com N foram sintetizados através da abordagem hidrotérmica usando ácido cítrico e polietilenoimina como precursores. O anticorpo anti-AFM1 (Ab) foi imobilizado nos CQDs funcionalizados com amina obtidos e a sonda CQDs/Ab foi usada diretamente para desenvolver os imunossaios para detecção de AFM1. A fluorescência da solução de CQDs/Ab foi efetivamente extinta na presença de concentrações crescentes de AFM1. Nas condições otimizadas, o nanosensor fluorescente exibiu alta sensibilidade para AFM1 na faixa de  $0,2\text{--}0,8 \text{ ng}\cdot\text{mL}^{-1}$  com baixo limite de detecção, ou seja,  $0,07 \text{ ng}\cdot\text{mL}^{-1}$  em tampão padrão. Além disso, o imunossensor CQDs/Ab foi desenvolvido como um projeto de fluxo lateral para detectar os resíduos de aflatoxina no leite. Acredita-se que este sensor pode ser utilizado para o desenvolvimento de

tiras de sensor de baixo custo, rápidas e altamente sensíveis para a detecção de AFM1 em produtos lácteos (SINGH et al., 2022).

Jiang et al. (2021) produziram um nanosensor para biossensor simultâneo de aflatoxina B1 (AFB1) e zearalenona (ZEN) em amostras de alimentos. O sensor faz uso de nanopartículas funcionais de luminescência persistente bicolor (PLNPs) em conjunto com nanopartículas magnéticas de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  modificadas por DNA complementar. O nanosensor desenvolvido oferece os méritos integrados de detecção sem autofluorescência de luminescência persistente, alta especificidade do aptâmero e alta velocidade de separação magnética, permitindo detecção altamente sensível e seletiva de AFB1 e ZEN em amostras de alimentos com limites de detecção de  $0,29 \text{ pg}\cdot\text{mL}^{-1}$  para AFB1 e  $0,22 \text{ pg}\cdot\text{mL}^{-1}$  para ZEN e as recuperações de 93,6–103,2 % para AFB1 e 94,7–105,1 % para ZEN. Este estudo forneceu uma nova plataforma óptica universal baseada em PLNPs para a detecção simultânea de vários contaminantes presentes em amostras complexas (JIANG et al., 2021).

Kutsanedzie et al. (2020) desenvolveram sensores para monitoramento rápido de ocratoxina-A (OTA) e a aflatoxina-B1 (AFT-B1), por meio da síntese nanopartículas de prata (AgNPs) dentro de  $(4 \leq \text{pH} \leq 11) \pm 0,2$  para obter diferentes fatores de realce (EF). AgNP@pH-11 que deu o SERS-EF mais alto ( $1,45 \times 10^8$ ) foi selecionado para fabricar o sensor espectroscopia Raman aprimorada de superfície (SERS); e acoplado a dois algoritmos quimiométricos para predição de OTA e AFT-B1 em soluções padrão preparadas (SS) e amostras de amêndoas de cacau enriquecidas (SCBS). O LOD para OTA ( $2,63 \text{ pg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) e AFT- B1 ( $4,15 \text{ pg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) no SCBS foram menores em comparação com  $0,002 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Os modelos construídos registraram desvios preditivos residuais acima de 3. Obtiveram taxas de recuperação de 96–110 %; e os baixos coeficientes de variação (2,12–8,07 %) obtidos para ambas as toxinas sugerem que os resultados previstos são reproduzíveis. O sensor SERS mostrou-se promissor para a quantificação rápida de OTA e AFT-B1 no nível  $\text{pg}\cdot\text{mL}^{-1}$  em grãos de cacau para permitir a garantia de segurança na indústria (KUTSANEDZIE et al., 2020).

Hou et al. (2020) desenvolveram tiras de teste imunocromatográfica multicolorida (ICTS) para a detecção visual rápida e simultânea de fumonisina B1 (FB1), zearalenona (ZEN), ocratoxina A (OTA) e aflatoxina B1 (AFB1). Utilizando quatro nanopartículas de ouro (AuNPs) coloridas, incluindo nanoesferas de ouro (vermelho),

nanocactos de ouro (roxo), nanoflores de ouro (azul) e corpos negros plasmônicos de Au hiper-ramificados (preto), foram sintetizados e funcionalizados com os anticorpos correspondentes para atingir cada analito. A plataforma multicolorida desenvolvida melhorou a capacidade de detecção visual a olho nu com valores de corte de 120, 60, 2,5 e 5 ng·mL<sup>-1</sup> para FB1, ZEN, OTA e AFB1, respectivamente (HOU et al., 2020). Os limites de detecção para FB1, ZEN, OTA e AFB1 foram calculados como 3,27, 0,70, 0,10 e 0,06 ng·mL<sup>-1</sup>, respectivamente, e as recuperações médias das quatro micotoxinas variaram de 82,36 a 116,23 % com um pequeno coeficiente de variação (abaixo de 12,98 %). Os nanosensor ICTS multicolorido projetados podem servir como uma plataforma alternativa de diagnóstico rápido, permitindo a detecção de triagem sensível, simultânea e no local de micotoxinas e outros analitos (HOU et al., 2020).

**Tabela 02:** Aplicação de nanosensor/nanobiossensor na detecção de aflatoxinas.

<b>Nanomaterial</b>	<b>Método/Técnica</b>	<b>Microorganismo</b>	<b>Referências</b>
<b>Nanopartículas de ouro</b>	Nanosensor de ressonância plasmônica	Aspergillus B1	(AKGÖNÜLLÜ; YAVUZ; DENIZLI, 2020)
<b>Pontos quânticos de carbono dopados com nitrogênio</b>	Imunossensor fluorescente	Aflatoxina M1	(SINGH et al., 2022)
<b>Nanopartículas funcionais de e nanopartículas magnéticas de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>	Luminescência persistente bicolor	Aflatoxina B1 e zearalenona	(JIANG et al., 2021)
<b>Nanopartículas de prata</b>	Espectroscopia Raman aprimorada de superfície	Ocratoxina-A e a aflatoxina- B1	(KUTSANEDZIE et al., 2020)
<b>Quatro nanopartículas de ouro</b>	Método multicolorido	Fumonisina B1, zearalenona, ocratoxina A e aflatoxina B1	(HOU et al., 2020).

## Pespectivas futuras

Exemplos de biosensores para detecção avançada de bactérias patogênicas e aflatoxinas foram resumidos nas Tabelas 1 e 2, na qual os estudos desenvolvidos em escala laboratorial mostram conquistas importantes para detecção de patógenos. No entanto, caminhos que visam otimizar o desempenho destes sensores, possibilitar uma fabricação em ampla escala e econômica destes dispositivos tecnológicos apresentam inúmeros desafios.



Ao superar estes desafios o uso bem dos nanosensores/nanobiossensor pode ser úteis para serem utilizados para apoiar a agricultura sustentável aumentando a produtividade dos cultivos, para auxiliar na segurança alimentar e na indústria de alimentos, entre outras.

## Considerações finais

Portanto, levando em consideração que doenças transmitidas pela ingestão de patógenos alimentares são um dos principais problemas de segurança alimentar. As bactérias patogênicas tais como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes (Lm)*, *Campylobacter spp*, *Clostridium botulinum*, entre outras; na qual os principais sintomas de patógenos transmitidos por alimentos os quais apresentam como sintomas disenteria, intoxicação alimentar, diarreia e até mesmo morte. Acrescenta-se que as micotoxinas/aflatoxinas mais prevalentes encontradas em alimentos e rações e podem causar inflamação, deficiências de crescimento e necrose hepática, mutagenicidade, carcinogenicidade, hepatotoxicidade e imunossupressão em humanos e animais. Para detecção destes patógenos existem diversos métodos convencionais e analíticos que muitas vezes sofrem de limitações como má sensibilidade, especificidade selecionada, instrumentações caras e demoradas, treinamento pessoal, etc. Diante disso, os nanosensores apresentam-se como uma tecnologia emergente para detecção de microorganismos, toxinas e adulterantes em comparação com os sensores tradicionais existentes. Os resultados deste trabalho são úteis para identificar tendências bem como ampliar a utilização desta tecnologia, pois apresentam vantagens por tratar-se de um método rápido, robusto, sensível e específico para a detecção e monitoramento de bactérias patogênicas e aflatoxinas.

## Referências

ABREHAME, S. et al. Aflatoxins: Source, Detection, Clinical Features and Prevention.

**Processes** 2023, Vol. 11, Page 204, v. 11, n. 1, p. 204, 9 jan. 2023.

AKGÖNÜLLÜ, S.; YAVUZ, H.; DENIZLI, A. SPR nanosensor based on molecularly imprinted polymer film with gold nanoparticles for sensitive detection of aflatoxin B1. **Talanta**,

v. 219, p. 121219, 1 nov. 2020.

AMIRI, M. et al. Electrochemical methodologies for the detection of pathogens. **ACS Sensors**, v. 3, n. 6, p. 1069–1086, 22 jun. 2018.

BAGHERI PEBDENI, A.; MOUSAVIZADEGAN, M.; HOSSEINI, M. Sensitive detection of *S. Aureus* using aptamer- and vancomycin -copper nanoclusters as dual recognition strategy. **Food Chemistry**, v. 361, p. 130137, 1 nov. 2021.

BENSERHIR, Y. et al. Silicon nanowires-based biosensors for the electrical detection of *Escherichia coli*. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 216, p. 114625, 15 nov. 2022.

BHARDWAJ, K. et al. Risk assessments for the dietary intake aflatoxins in food: A systematic review (2016–2022). **Food Control**, v. 149, p. 109687, 1 jul. 2023.

EIVAZZADEH-KEIHAN, R. et al. Recent advances in Nanomaterial-mediated Bio and immune sensors for detection of aflatoxin in food products. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 87, p. 112–128, 1 fev. 2017.

FUTURE, R. S.-B. IN A. R. T. AND; 2021, UNDEFINED. Recent trends, prospects, and challenges of nanobiosensors in agriculture. **Springer**, p. 3–13, 2021.

GANGWAR, R. et al. Label-free miniaturized electrochemical nanobiosensor triaging platform for swift identification of the bacterial type. **Analytica Chimica Acta**, v. 1233, p. 340482, 15 nov. 2022.

HOU, S. et al. Quantum dot nanobead-based fluorescent immunochromatographic assay for simultaneous quantitative detection of fumonisin B1, dextrovalenol, and zearalenone in grains. **Food Control**, v. 117, p. 107331, 1 nov. 2020.

JIANG, Y. Y. et al. A dual-colored persistent luminescence nanosensor for simultaneous and autofluorescence-free determination of aflatoxin B1 and zearalenone. **Talanta**, v. 232, p. 122395, 1 set. 2021.

JIN, L. et al. Rapid detection of *Salmonella* in milk by nuclear magnetic resonance based on membrane filtration superparamagnetic nanobiosensor. **Food Control**, v. 110, p. 107011, 1 abr. 2020.

JYOTI, A.; TOMAR, R. S. Detection of pathogenic bacteria using nanobiosensors. **Environmental Chemistry Letters**, v. 15, n. 1, 2017.

JYOTI, A.; TOMAR, R. S.; SHANKER, R. Nanosensors for the Detection of Pathogenic Bacteria. p. 129–150, 2016.

KUTSANEDZIE, F. Y. H. et al. Signal-enhanced SERS-sensors of CAR-PLS and GA-PLS

coupled AgNPs for ochratoxin A and aflatoxin B1 detection. **Food Chemistry**, v. 315, p. 126231, 15 jun. 2020.

MADKOUR, E. et al. Sensitive and selective colorimetric detection of *Staphylococcus aureus*- SPA gene by engineered gold nanosensor. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 30, n. 2, p. 103559, 1 fev. 2023.

MOHAMMADI SHAD, Z.; VENKITASAMY, C. Mycotoxins as Food and Feed Contaminant: Effect on Health and Economy and Their Management. **Fungal Resources for Sustainable Economy**, p. 531–563, 2023.

PANKAJ, S. K.; SHI, H.; KEENER, K. M. A review of novel physical and chemical decontamination technologies for aflatoxin in food. **Trends in Food Science & Technology**, v. 71, p. 73–83, 1 jan. 2018.

SAI-ANAND, G. et al. Recent Progress on the Sensing of Pathogenic Bacteria Using Advanced Nanostructures. <https://doi.org/10.1246/bcsj.20180280>, v. 92, n. 1, p. 216–244, 27 out. 2018.

SINGH, H. et al. Development of carbon quantum dot-based lateral flow immunoassay for sensitive detection of aflatoxin M1 in milk. **Food Chemistry**, v. 393, p. 133374, 1 nov. 2022.

SINGH, R. P. Application of nanomaterials toward development of nanobiosensors and their utility in agriculture. **Nanotechnology: An Agricultural Paradigm**, p. 293–303, 14 jun. 2017.

WANG, Y. et al. Perspectives for Recognition and Rapid Detection of Foodborne Pathogenic Bacteria Based on Electrochemical Sensors. **eFood**, v. 2, n. 3, p. 125–139, jun. 2021.

XU, Y. et al. Recent advancement in nano-optical strategies for detection of pathogenic bacteria and their metabolites in food safety. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1950117>, v. 63, n. 4, p. 486–504, 2021.



# MODIFICATION OF BABASSU STARCH BY PHYSICAL METHODS: APPLICATION IN 3D PRINTING

**Shekinah Mendes Silva**

Master in Amazonian Agroecosystems, Federal University of Rondonia, [skymsro@gmail.com](mailto:skymsro@gmail.com)

**Graciele Rodrigues de Passos**

Food Engineering, Federal University of Rondonia, [gracipassos5@gmail.com](mailto:gracipassos5@gmail.com)

**Tiago Bratilieri dos Santos**

Food Technician, Biological Sciences, Federal University of Rondonia, [tiago.bratilieri@unir.br](mailto:tiago.bratilieri@unir.br)

**Luís Fernando Polesi**

Doctor of science, Federal University of Sergipe, [lfpolesi@academico.ufs.br](mailto:lfpolesi@academico.ufs.br)

## Resumo

Babassu (*Attalea speciosa*) is the fruit of a palm tree native to Brazil that has a high starch content in its mesocarp. Starch is a polysaccharide widely used by the food industry as a thickener, gelling agent, stabilizer, emulsifier, cohesion agent, moisture retainer, among others. Starches are modified to meet the specific needs of industries with properties that native starches do not have. 3D printing can be applied to food processing, as it is capable of delivering a product that meets specific consumer taste, texture, cost, convenience and nutrition criteria. Thus, the general objective of this work was to modify babassu starch by physical methods (annealing and dry heating treatment) for 3D printing and to evaluate its physical-chemical and functional characteristics. Starch extracted from babassu mesocarp was modified by dry heating treatment (130 °C/2 h, 130 °C/4 h, 150 °C/2 h, 150 °C/4 h, 170 °C/ 2 h and 170 °C/4 h) and annealing (50 °C/12 h, 50 °C/24 h, 55 °C/12 h, 55 °C/24 h, 60 °C/12 h and 60 °C/24h). Samples were evaluated for amylose content, syneresis, transparency, water solubility and absorption index, and 3D printability. Dry heating treatment for 4 hours, regardless of temperature, reduced the amylose content, whereas annealing at 60 °C for 12 and 24 hours increased the amylose content. Gels from all treatments showed decreased transparency with refrigerated storage over 6 days. The dry heating treatment at 170 °C/4 h showed the highest transparency. Increasing the temperature of the dry heating treatment reduced the syneresis of the gels, while the opposite effect was observed in the annealing. The applied treatments practically did not influence the water absorption and water solubility of the starch. Annealing treatments at 50 and 60 °C for 24 h showed better printability and maintained the printed structure for 24 hours. The results demonstrate the potential of babassu starch as a material for 3D printing and the importance of modification processes to obtain starches with different characteristics.

**Keywords:** *Attalea speciosa*; starch extraction; annealing; dry heating treatment; 3D printing.

# **Seção 5**

## **Empreendedorismo e Gestão Agroindustrial**

# AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE PRODUTOS LÁCTEOS COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE PAU DOS FERROS- RN

## EVALUACIÓN DEL ETIQUETADO DE PRODUCTOS LÁCTEOS VENDIDOS EN EL MUNICIPIO DE PAU DOS FERROS-RN

### EVALUATION OF THE LABELING OF DAIRY PRODUCTS SELLED IN THE CITY OF PAU DOS FERROS-RN

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.614-630>

**Elisabete Piancó de Sousa**

Doutora em Engenharia Agrícola, Docente do curso de Tecnologia em Agroindústria, Campus Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, [elisabete.pianco@ifrn.edu.br](mailto:elisabete.pianco@ifrn.edu.br)

**Francisco Vieira Sales Junior**

Graduando do curso de Tecnologia em Agroindústria, Campus Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, [junior.sales@ifrn.edu.br](mailto:junior.sales@ifrn.edu.br)

**Maria Eduarda Augusto da Silva**

Discente do Curso Técnico em Alimentos, Campus Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, [maria.augusto@escolar.ifrn.edu.br](mailto:maria.augusto@escolar.ifrn.edu.br)

**Helen Cavalcante Dias**

Discente do Curso Técnico em Alimentos, Campus Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, [helen.dias@escolar.ifrn.edu.br](mailto:helen.dias@escolar.ifrn.edu.br)

**Thamirys Lorraine Santos Lima**

Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Docente do curso de Técnico em Agroindústria, Campus Lagoa Seca da Universidade Estadual da Paraíba, [thamirysl2012@hotmail.com](mailto:thamirysl2012@hotmail.com)

## Resumo

Produtos lácteos fermentados e não fermentados são alimentos consumidos por grande parte da população. No ato da compra desses alimentos, os requisitos observados pelos consumidores estão relacionados, dentre outros, às informações disponíveis na rotulagem. Desse modo, objetivou-se com este trabalho avaliar a rotulagem de produtos lácteos comercializados no município de Pau dos Ferros- RN. Para a verificação da rotulagem geral e nutricional foram avaliados quatro derivados lácteos (iogurte, bebida láctea, leite condensado e creme de leite) de diferentes marcas. Foi realizada uma análise dos rótulos por meio do comparativo à RDC nº 259/2002 e RDC e 429/2020 da ANVISA. Os resultados indicaram que a rotulagem nutricional dos 4 produtos está em conformidade com a legislação vigente. No que se refere à rotulagem geral, os derivados lácteos analisados apresentaram conformidade de 100% em concordância com a resolução 259/02. Os resultados da rotulagem nutricional mostram que apesar de algumas diferenças entre as marcas, ambas estão em conformidade com a resolução 429/20 e a Normativa 75/20, liberadas para a comercialização de forma legal. A pesquisa em questão evidencia que as indústrias processadoras de derivados lácteos buscam atender ao que preconiza a legislação vigente para rotulagem de alimento.

**Palavras-chave:** legislação de alimentos; derivados do leite; rótulos.

## Resumen

Los productos lácteos fermentados y no fermentados son consumidos por una gran parte de la población. Al adquirir estos alimentos, los requisitos observados por los consumidores están relacionados, entre otros, con la información disponible en la etiqueta. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el etiquetado de los productos lácteos vendidos en el municipio de Pau dos Ferros-RN. Para verificar el etiquetado general y nutricional se evaluaron cuatro derivados lácteos (yogur, bebida láctea, leche condensada y nata) de diferentes marcas. Se realizó un análisis de las etiquetas comparando la RDC nº 259/2002 y la RDC y 429/2020 de ANVISA. Los resultados indicaron que el etiquetado nutricional de los 4 productos cumple con la legislación vigente. En cuanto al etiquetado general, los productos lácteos analizados presentaron un 100% de cumplimiento de acuerdo con la resolución 259/02. Los resultados del etiquetado nutricional muestran que, a pesar de algunas diferencias entre las marcas, ambas cumplen con la Resolución 429/20 y la Normativa 75/20, liberadas para su comercialización legalmente. La investigación en cuestión muestra que las industrias procesadoras de derivados lácteos buscan cumplir con lo que la legislación vigente recomienda para el etiquetado de alimentos.

**Palabras clave:** ley alimentaria; productos lácteos; etiquetas.

## Abstract

Fermented and non-fermented dairy products are consumed by a large part of the population. When purchasing these foods, the requirements observed by consumers are related, among others, to the information available on the label. Thus, the objective of this work was to evaluate the labeling of dairy products sold in the municipality of Pau dos Ferros-RN. To verify the general and nutritional labeling, four dairy derivatives



(yogurt, dairy drink, condensed milk and cream) from different brands were evaluated. An analysis of the labels was carried out by comparing ANVISA's RDC nº 259/2002 and RDC and 429/2020. The results indicated that the nutritional labeling of the 4 products complies with current legislation. With regard to general labeling, the dairy products analyzed showed 100% compliance in accordance with resolution 259/02. The results of nutritional labeling show that despite some differences between the brands, both are in compliance with Resolution 429/20 and Normative 75/20, released for marketing legally. The research in question shows that the processing industries of dairy derivatives seek to comply with what the current legislation recommends for food labeling.

**Keywords:** food law; dairy products; labels.

## Introdução

O interesse por produtos alimentícios saudáveis, com amplo valor nutricional e de grande relevância é crescente, abrangendo também o setor de produtos lácteos. Conforme a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (2015), o leite é um alimento que possui um alto valor nutritivo, pois sua composição é composta de 87% de água, 13% de sólidos totais, 3,9% de gordura, 3,4% de proteínas, 4,8% de lactose e 0,8% de minerais, podendo assim ser consumido por crianças, jovens e adultos.

Diante do alto crescimento populacional e de renda, o setor de produtos lácteos está com um alto avanço, tendo que se modernizar dia após dia, para atender os desejos do consumidor. De acordo com Siqueira (2019), a indústria de produtos lácteos é a segunda porção mais importante da indústria de alimentos brasileira. O consumo aparente per capita no Brasil em 2018 foi de 166,4 L/hab. A matéria prima dos produtos lácteos, o leite, já é bastante consumido, como também os seus derivados, a exemplo: queijos, manteiga, requeijão, iogurte, bebida láctea, leite condensado, leite fermentado e doce de leite, entre outros. O consumo é crescente, pois são considerados fontes acessíveis de proteínas, vitaminas e minerais, tendo em vista que são nutrientes essenciais para o fortalecimento do organismo.

Nos últimos anos o mercado de derivados lácteos cresceu significativamente, logo é devido a versatilidade dos produtos e apresentação dos mesmos. Diante do exposto, é de suma importância conhecer as resoluções pertinentes sobre rótulos e checar se os rótulos apresentados se os produtos alimentícios estão em conformidade. Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar rótulos de produtos lácteos comercializados na cidade de Pau dos Ferros - RN.

## Referencial teórico

Os rótulos oferecem uma segurança para os consumidores, garantindo uma melhor alimentação com informações claras, que possam melhorar as suas saúdes como também os seus conhecimentos nutricionais. Grande e Rossi (2010) afirma que o esclarecimento do consumidor é sempre vantajoso, o qual poderá valer-se de informações completas, estando ciente do quanto deve ingerir diariamente de certo produto para manter uma dieta saudável.

A resolução da diretoria colegiada (RDC) nº 259/2002 na qual trata o regulamento para rotulagem de alimentos embalados e estabelece que rotulagem são todas a informações escrita, gravada em relevo, em forma de imagem, de matéria descritiva ou gráfica, legendada, impressa e litografada além de considerar algumas informações importantes, como: indicação quantitativa, lista de ingredientes, identificação do fabricante e importador, identificação de origem, identificação do lote, data de fabricação, prazo de validade, registro em órgão oficial, exemplo no caso de produtos de origem animal (Serviço de Inspeção Federal (SIF), Serviço de inspeção estadual (SIE) ,serviço de inspeção municipal (SIM) e ministério da saúde (MS), quando pertinente), categoria do estabelecimento, dados de conservação, instruções de uso e preparo, contém glúten ou não contém glúten, informação sobre alergênicos e informação nutricional. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) dispõe da RDCs 259/2002 e 429/2020 para orientar sobre a estruturação de rotulagem geral e nutricional de produtos, essas resoluções podem colaborar para os consumidores terem escolhas saudáveis de alimentação, portanto devem ser compridas corretamente. O rótulo geral se diferencia da rotulagem nutricional, pois o rótulo geral irá conter pequenas informações e uma imagem ilustrativa, que terá como objetivo mostrar ao cliente o que ele está comprando, já a rotulagem nutricional irá fornecer ao consumidor a descrição das propriedades nutricionais e detalhes sobre o alto conteúdo de nutrientes que têm relevância para saúde de forma clara e simples.

A rotulagem nutricional é o primeiro contato que o consumidor tem ao escolher um produto, a mesma engloba as características e a identidade do produto, tornando-se importante tanto para o produtor quanto para o consumidor. Dessa forma sua estrutura é constituída de elementos comunicativos apropriados que, além de garantir

a segurança alimentar, possam satisfazer as necessidades do consumidor referente a informações sobre o produto (ANJOS, 2018).

Na literatura existem alguns estudos sobre a rotulagem de alimentos, dentre eles, tem-se o estudo de Farin e Salotti-Souza (2018) que analisaram rótulos de leite, manteiga e creme de leite e foi constatado que os rótulos estavam em conformidade com a legislação vigente. Feitosa et al. (2018) avaliaram a rotulagem nutricional de sobremesas e verificaram que as sobremesas possuíam informações satisfatórias. Lins e Aleixo (2019) verificaram a rotulagem e teor proteico de bebidas à base de leite, conforme os dados obtidos na pesquisa, eles não obtiveram bons resultados, afirmaram que deveria ter melhoras na fiscalização por parte dos órgãos responsáveis, para que os produtos forneçam informações adequadas conforme exigido pela legislação brasileira. Melo et al. (2021) que avaliaram a rotulagem de embalagens de diferentes marcas de produtos lácteos, no qual mostrou irregularidades em 15 dos 16 rótulos analisados referentes à rotulagem geral e nutricional.

## Metodologia

A pesquisa, de cunho exploratório e quantitativo, foi realizada na cidade de Pau dos Ferros-RN, com apoio do Campus Pau dos Ferros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), no período de dezembro de 2022 a maio de 2023. Para a verificação da rotulagem geral foram avaliadas três marcas diferentes para realizar o comparativo entre elas. De cada marca foram coletados quatro derivados lácteos (iogurte, bebida láctea, leite condensado e creme de leite), totalizando 12 amostras. Na ocasião foram investigadas informações nutricionais e informações obrigatórias exigidas pela legislação vigente.

A avaliação da rotulagem foi realizada conferindo os requisitos obrigatórios de presença em produtos embalados de origem animal, de acordo com a RDC nº 259, de 23 de setembro de 2002, em relação a rotulagem de alimentos embalados: denominação de venda, marca do produto, lista de ingredientes, conteúdo líquido, identificação de origem, identificação do lote, data de validade. Na avaliação de rotulagem nutricional foi conforme os itens obrigatórios de acordo com a instrução

normativa N° 75/2020 que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional dos alimentos embalados, aplicando-se de maneira complementar à RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020. No Quadro 1 tem-se os parâmetros observados para avaliação geral e nutricional dos rótulos analisados.

**Quadro 1:** Lista informações e distribuições obrigatórias Informações nutricionais.

<b>Informações e Distribuições obrigatórias</b>	<b>Informações nutricionais</b>
Denominação de Venda do Alimento	Valor Energético (Kcal)
Lista de Ingredientes	Carboidratos (g)
Medida Caseira	Açúcares totais
Conteúdo Líquido	Proteínas (g)
Identificação da Origem	Gorduras Totais (g)
Identificação do Lote	Gorduras Saturadas (g)
Prazo de Validade	Gorduras Trans (g)
Data de fabricação	Colesterol (mg)
Conservação do Produto	Fibra Alimentar (g)
Ausência de Glúten	Sódio (mg)
Nome do País de Origem	Cálcio
-	Vitamina A
-	Vitamina D
-	Vitamina E
-	Vitamina C
-	Riboflavina
-	Niacina
-	Vitamina B6
-	Vitamina B12
-	Cálcio
-	Ferro
-	Zinco

Fonte: própria (2023).

Os rótulos dos produtos lácteos foram analisados através de comparações com as indicações das legislações vigentes anteriormente citadas. Para rotulagem geral foi certificado às conformidades e calculada a porcentagem de conformidade, segundo as informações que constavam nos respectivos rótulos. Para rotulagem nutricional calculou-se a média geral de cada informação nutricional para cada derivado lácteo por meio do software Excel.

## Resultados e discussão

No Quadro 2 tem-se os resultados obtidos da verificação da rotulagem geral de derivados lácteos de diferentes marcas. Na mesma constam as informações

obrigatórias em conformidade para 100% dos itens avaliados, tomando por base a RDC nº 259, 23 de setembro de 2002 (BRASIL, 2002). As informações obrigatórias de rotulagem de alimentos possuem caráter relevante para que o consumidor possa conhecer o produto e dessa forma, auxiliá-lo quando a escolha do produto e no que se refere a estocagem, manuseio e conservação (FERREIRA et al., 2016).

**Quadro 2:** Informações obrigatórias de derivados lácteos.

Informações e Distribuições obrigatórias	Rotulagem geral				
	Derivados Lácteos	Marca A	Marca B	Marca C	Consta
Denominação de Venda do Alimento	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Lista de ingredientes	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Medida Caseira	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Conteúdo Líquido	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Identificação da Origem	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Identificação do Lote	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %

	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Prazo de Validade	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Data de fabricação	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Conservação do Produto	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Ausência de Glúten	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
Nome do País de Origem	Iogurte	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Bebida Láctea	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Leite Condensado	Conforme	Conforme	Conforme	100 %
	Creme de leite	Conforme	Conforme	Conforme	100 %

Fonte: própria (2023).

Feitoza et al. (2017) avaliaram rótulos de 10 marcas diferentes de achocolatado em pó comercializado na cidade de Pau dos Ferros - RN e constataram que 100% das marcas analisadas indicaram a presença de todas as informações e distribuições obrigatórias. Melo et al. (2021) estudaram rotulagem de diferentes marcas de produtos lácteos (bebida láctea sabor morango e chocolate, requeijão e iogurte) comercializados no município de Batalha/AL, o estudo indicou que 86 a 100 % de conformidades com resolução pertinente referente à rotulagem geral. Por outro lado, Barros et al. (2020) evidenciaram que a rotulagem de pescados (pescados

processados, filés e enlatados) comercializados no município de Castanhal-PA encontrava-se em desacordo, com relação à legislação brasileira vigente, especialmente relação aos itens 'denominação do produto', 'razão social e endereço do estabelecimento', 'número do registro do órgão competente', 'identificação do lote', 'cuidados na conservação' e 'formas de descongelamento'. Os autores relataram que, além de constituir-se em falta de comunicação para com o consumidor, a ausência dessas informações dificulta a inspeção desses alimentos.

De acordo com Machado (2015), no rótulo de um produto deverá ser utilizada a designação aprovada em seu estudo técnico pela legislação brasileira, acompanhada da marca Fantasia e ou nome da firma processadora. Para Brasil (2002) a denominação de venda do alimento e a quantidade nominal do conteúdo do produto devem constar no painel principal do rótulo de modo que apresente uma boa visibilidade. A legislação caracteriza como origem do produto o nome do fabricante, endereço, país de origem e município (SILVA et al., 2021).

A RDC Nº 259/02, determina que os aditivos alimentares sejam declarados na lista de ingredientes, constando nesta declaração a função principal ou fundamental do aditivo no alimento e seu nome completo ou seu número INS (Sistema Internacional de Numeração, Codex Alimentarias), e quando houver mais de um aditivo alimentar com a mesma função, citar apenas um em continuação ao outro, agrupando. Gomes et al. (2016) avaliaram 10 tipos de industrializados na cidade de Caxias-MA, com a finalidade de identificar nos rótulos dos respectivos alimentos os antioxidantes neles presentes, dos treze tipos de antioxidantes analisados cinco encontrava-se em desacordo com a RDC 259/02, por não apresentarem na lista de ingredientes seu nome completo e/ou seu INS.

A medida caseira é dada referente ao peso total da embalagem, então a classificação do tamanho da porção em g ou ml declarada no rótulo, é em relação à porção de referência na legislação brasileira. Ainda não se encontra medida caseira na RDC 259/02 como obrigatoriedade, mas a porção de referência e medida caseira está explícita na IN/75/20 que complementa a RDC 429/20. O conteúdo líquido está atrelado diretamente à medida caseira, pois a mesma se dá através do peso total de um produto, e o conteúdo líquido define a quantidade consumível de um determinado produto comercializado contido numa embalagem. Segundo a RDC 259/02 o

conteúdo líquido deve atender o estabelecido nos Regulamentos Técnicos específicos.

O prazo de validade é o que determina a vida útil ou vida de prateleira de cada produto, ela determina o tempo em que o alimento levará, para começar a apresentar características sensoriais desagradáveis para o consumidor. Para o consumidor, a importância de uma vida-de- prateleira bem estabelecida e ajustada está na qualidade e inocuidade do produto, por isso que a consulta ao prazo de validade é tão importante como uma garantia de estar consumindo um alimento seguro e sem risco para a sua saúde (JESUS; REIS, 2021).

A grande variedade de alimentos industrializados que possuem ausência do glúten no mercado, permite que o mesmo seja consumido por pessoas que tenham doença celíaca, alergia ou intolerância a essa proteína, então sua descrição nos rótulos é de suma importância, para que ele não seja consumido caso contenha glúten. Segundo Pinto et al. (2020) no Brasil, ainda encontra-se erros na rotulagem, circunstância grave, pois o rótulo é o modo que o celíaco encontra para se proteger do glúten e se há erro, será induzido a ingerir o antígeno tóxico, proporcionado o seu adoecimento e causando lesões corporais sérias.

A instrução normativa N° 75/2020 estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional dos alimentos embalados para fins de aplicação junto a RDC N° 429/20, logo para apresentação das informações nutricionais dos alimentos embalados indica o uso das seguintes unidades: quilocalorias (kcal), quilojoules (kj), gramas (g), miligramas (mg), microgramas ( $\mu$ g), milímetros (ml), a ainda indica regra para arredondamento dos valores nutritivos dos alimentos. A informação nutricional deve aparecer agrupada em um mesmo lugar, estruturada em forma de tabela, com os valores e as unidades em colunas. Se o espaço não for suficiente, pode ser utilizada a forma linear (BRASIL, 2020). Hanauer e Mergen (2019) afirmam que a rotulagem de alimentos comporta a comunicação entre empresas e consumidores e permite conhecer e selecionar os produtos que farão parte da sua alimentação.

A Tabela 1 apresenta as informações nutricionais do iogurte de diferentes marcas comercializadas na cidade de Pau dos Ferros- RN.



**Tabela 1:** Informações nutricionais do iogurte de diferentes marcas.

Informação Nutricional	IOGURTE			
	Marca A	Marca B	Marca C	Média geral
Porção (g)	170g	170g	180g	173,33g
Valor Energético (Kcal)	cal= 441 kj	cal=626 kj	cal=664 kj	137 kcal=577kj
Carboidratos (g)	19g	23g	26g	22,66g
Açúcares totais	15g	-	-	15g
Proteínas (g)	3,7g	4,3g	4,7g	4,23g
Gorduras Totais (g)	1,7g	4,4g	3,8g	3,3g
Gorduras Saturadas (g)	0,9g	2,6g	2,2g	1,9g
Gorduras Trans (g)	0g	0g	0g	0g
Colesterol (mg)	-	-	-	-
Fibra Alimentar (g)	0g	0g	0g	0g
Sódio (mg)	77mg	65mg	71mg	49,66mg
Cálcio	150mg	179mg	153 mg	160,66mg
Vitamina A	112 µg	-	-	112 µg
Vitamina D	0,94 µg	-	-	0,94 µg

Fonte: própria (2023).

Observa-se que as marcas de iogurte apresentam porções variando entre 170 g (Marcas A e B) e 180 g (Marca C), possivelmente relacionadas ao tamanho e capacidade da embalagem. A porção está em conformidade com a Instrução Normativa 75/2020 que informa porção de alimentos para fins de declaração nutricional (BRASIL, 2020).

Já no valor energético (Kcal) as marcas indicaram em média 137 Kcal, com uma diferença de 52 Kcal entre as marcas A (105 Kcal) e B (157 Kcal). A composição dos iogurtes mostrou que aquele que apresentou maior teor proteico (Marca C), correspondendo a 4,7 g, possuía maior quantidade de gorduras totais (média de 3,3 g), o que justifica maior valor energético. Além disso, A marca A apresentou menor valor proteico e maior valor de cálcio (143,1mg). Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011) o iogurte natural apresenta em 100 g aproximadamente 51,5 kcal, 1,8 g de gordura e 160,66 mg de cálcio. Nota-se uma discrepância entre resultados dessa pesquisa, o que é esperado devido ao tipo de iogurte, ingredientes adicionados, a exemplo as polpas de frutas e adoçantes. Outros nutrientes de declaração obrigatória como gorduras e fibras alimentares foi constatado que não contém quantidades significativas (0g).

A Tabela 2 apresenta as informações nutricionais da Bebida Láctea UHT de diferentes marcas comercializadas na cidade de Pau dos Ferros- RN.

**Tabela 2:** Informações nutricionais da Bebida Láctea de diferentes marcas.

Informação Nutricional	BEBIDA LACTEA			
	Marca A	Marca B	Marca C	Média Geral
Porção (ml)	200ml	200ml	200ml	200ml
Valor Energético (Kcal)	130 kcal=546 kJ	116 kcal= 571 kJ	161 kcal=676 kJ	135,66 kcal=597 kJ
Carboidratos (g)	20 g	30 g	28 g	26g
Açúcares totais	18 g	-	-	18g
Proteínas (g)	5,0 g	4 g	3,2 g	4,06g
Gorduras Totais (g)	3,5 g	4 g	4,0 g	3,83g
Gorduras Saturadas (g)	2,0 g	2g	2,8 g	2,26g
Gorduras Trans (g)	0 g	0 g	0 g	0g
Colesterol (mg)	13 mg	-	-	13mg
Fibra Alimentar (g)	1,0 g	0 g	0 g	0,33g
Sódio (mg)	115 mg	90 mg	180 mg	128,33 mg
Cálcio	190 mg	192 mg	126 mg	169,33 mg
Vitamina A	114 µg	90 mcg	-	112 µg
Vitamina D	0,95 µg	0,8 mcg	-	0,87 µg
Vitamina E	-	1,5 mg	-	1,5 mg
Vitamina C	8,6 mg	-	-	8,6mg
Riboflavina	0,25 mg	-	-	0,25 mg
Niacina	3,0 mg	-	-	3,0 mg
Vitamina B6	0,25 mg	0,20 mg	-	0,225mg
Vitamina B12	0,45 µg	-	-	0,45 µg
Ferro	-	2,1 mg	-	2,1mg
Zinco	-	1,1 mg	-	1,1mg

Fonte: própria (2023).

Observou-se que todas as amostras de bebidas lácteas UHT, não fermentadas, revelaram porções padronizadas de 200 ml. Apesar disso, houve discrepâncias em relação a quantidade macro e micro nutrientes e minerais. O teor proteico ficou compreendido entre 3,2 g (Marca C) e 5,0 g (Marca A), sendo possivelmente afetada pelas condições de processamento e insumos adicionais. Por exemplo, a bebida láctea que deteve o menor conteúdo de carboidratos (Marca A), possivelmente pela menor adição de açúcares, foi a que revelou maior teor de proteínas, sugerindo que ocorreu menor diluição desse nutriente. As gorduras totais detiveram valor médio de 3,83 g, com uma variação de apenas 0,5% entre as amostras, o que evidencia que a grande variação do valor energético foi em decorrência da provável dispersão dos carboidratos. O valor energético variou de 116 kcal (Marca B) a 161 kcal (Marca C),

com aumento de 38,79% comparando-se às amostras. Em relação aos minerais, o sódio revelou grande dispersão de seus valores entre as amostras, em que a marca B deteve 90 mg e a amostra C 180 mg. Por sua vez, o cálcio foi superior a 120 mg em todos os produtos, com destaque para as marcas A e B, com 190 e 192 mg, respectivamente. Apesar das informações terem algumas divergências, ao comparar-se com a IN 75/20, ambas as marcas tiveram um resultado positivo, não ultrapassando nenhum valor definido na norma. Contudo podemos observar que existe uma discrepância nos valores relacionados ao sódio, cálcio e nas proteínas das bebidas lácteas. Percebemos uma diferença no sódio de 90mg entre as marcas B (90 mg) e C (180 mg), se mantendo apenas a marca A( 115 mg) próximo à média( 128,33 mg) realizada. Em relação ao cálcio, a marca C possui em sua composição apenas 126 mg, apresentando um déficit de 43,33 mg, comparando a média analisada (169,33 mg), enquanto as marcas A e B, constam respectivamente 190mg e 192 mg. Já a observação realizada na área das proteínas, ponderamos uma vasta diferença entre as marcas A e C, ambas denotam em suas disposições, 5,0g e 3,2 g, respectivamente, portanto possuem uma desproporção de 1,8g, ao mesmo tempo que a marca B tem seu valor mediano, tendo 4,0 g. A Tabela 3 dispõe as informações nutricionais dos leites condensados de diferentes marcas comercializadas na cidade de Pau dos Ferros- RN.

**Tabela 3:** Informações nutricionais do leite condensado de diferentes marcas.

Informação Nutricional	LEITE CONDENSADO			
	Marca A	Marca B	Marca C	Média Geral
Porção (g)	20g	20g	20g	20g
Valor Energético (Kcal)	63 kcal=264 kJ	62 kcal=269 kJ	61 kcal=256 kJ	62 kcal=263 kJ
Carboidratos (g)	12g	11,3 g	11 g	11,43g
Açúcares totais	12g	-	-	12g
Proteínas (g)	1,4g	1,5 g	1,5 g	1,46g
Gorduras Totais (g)	1,2 g	1,2 g	1,2 g	1,2g
Gorduras Saturadas (g)	0,8 g	0,7 g	0,8 g	0,76g
Gorduras Trans. (g)	0 g	0 g	0 g	0g
Fibra Alimentar (g)	0 g	0 g	0 g	0g
Sódio (mg)	22 mg	21,0 mg	26 mg	23mg
Cálcio	-	50 mg	58 mg	54mg

Fonte: própria (2023).

As porções apresentadas na rotulagem nutricional dos leites condensados foram padronizadas em 20 g, para qualquer marca. Comparando-se os

macronutrientes, os carboidratos foram o constituinte presente em maior proporção no leite condensado, com valores compreendidos entre 11 g (Marca C) e 12 g (Marca A). Isso era esperado, visto que durante o processo produtivo do leite condensado, o produto perde água por evaporação, concentrando então a lactose, que é o açúcar naturalmente presente na matéria-prima. Além disso, é comumente adicionado açúcar comercial ao leite para reduzir a atividade de água do produto, e para contribuir com a característica sensorial de textura mais viscosa; essa adição aumenta sobremaneira os carboidratos. Apesar do leite condensado ser um produto concentrado, os valores de proteínas e de gorduras totais foram relativamente baixos, correspondendo a conteúdos médios de 1,46 g e 1,2 g, respectivamente. Desses, as gorduras totais não variaram, revelando valores constantes em todas as marcas, enquanto que houve uma pequena dispersão nos dados de proteínas (0,1 g) na marca A. A proximidade entre os valores dos macronutrientes (carboidratos, proteínas e gorduras totais) justificam o valor energético aproximado, o qual possui valor médio de 62 Kcal. A variação do valor energético foi de 61 Kcal (Marca C) a 63 Kcal (Marca A), evidenciando que o leite condensado é uma fonte concentrada de calorias. Apesar disso, as marcas B e C detiveram 50 e 58 mg de cálcio, um importante mineral na dieta. Por outro lado, não consta na tabela de composição nutricional dado de cálcio para a marca A. De modo geral, observou-se resultado positivo ao comparar-se as informações dos rótulos com a IN 75/20, estando de acordo com a norma atual.

Estão apresentados na Tabela 4 as informações nutricionais dos cremes de leite de diferentes marcas comercializadas na cidade de Pau dos Ferros- RN.

**Tabela 4:** Informações nutricionais de creme de leite de diferentes marcas.

Informação Nutricional	CREME DE LEITE			Média Geral
	Marca A	Marca B	Marca C	
<b>Porção (g)</b>	15g	14g	15g	14,66g
Valor Energético (Kcal)	27 kcal=113 kJ	23 kcal=97 kJ	27 kcal=113 kJ	25,66kcal=107,66 kJ
Carboidratos (g)	0,7 g	0 g	0,6 g	0,43g
Proteínas (g)	0 g	0 g	0,3 g	0,1g
Gorduras Totais (g)	2,6 g	2,6 g	2,5 g	2,56g
Gorduras Saturadas (g)	1,5 g	1,6 g	1,8 g	1,63g
Gorduras Trans (g)	0 g	0 g	0 g	0g
Colesterol (mg)	6,6 mg	-	-	2,2 mg
Fibra Alimentar (g)	0 g	0 g	0 g	0 g
Sódio (mg)	10 mg	7,1 mg	8 mg	8,55 mg

Fonte: própria (2023).

Verificou-se que as porções de cremes de leite foram de 15 g para as marcas A e C e 14 g para a marca B. Essa pequena divergência possivelmente afetou o balanço energético, em que as marcas A e C apresentaram 27 Kcal e a marca B deteve 23 Kcal. Nas marcas de creme de leite A e B não se declararam os conteúdos de proteínas, enquanto que para a marca C esse macronutriente esteve presente, segundo o rótulo, em pequena concentração (0,3 g). Os carboidratos apresentaram-se em conteúdos de 0,7% e 0,6% nas marcas A e C, respectivamente; por outro lado, para a marca B, não houve declaração de carboidrato em sua composição nutricional. O macronutriente presente em maior proporção foi a gordura total, que revelou-se com 2,6 g nas marcas A e B e 2,5 g na marca C. Isso já era esperado, haja vista que o creme de leite é um produto rico em gordura, na qual esse macronutriente encontra-se emulsionado em água. Constatou-se ainda que todos os cremes de leite não continham, segundo o rótulo, gorduras trans e fibra alimentar, enquanto que apenas a marca A teve o valor de colesterol declarado (6,6 mg). Em suma, as marcas encontravam-se em acordo com a IN 75/20, dentro das normais.

## Conclusões

Os produtos lácteos comercializados na cidade de Pau dos Ferros encontram-se em conformidade com a legislação vigente, ficando latente que a indústria de laticínios busca cumprir as normas de rotulagem de alimentos elaboradas e estabelecidas das normas estabelecidas pela ANVISA para fins de assegurar a qualidade dos produtos e saúde do consumidor.

## Referências

- ANJOS, M. G. C. dos. **Rótulos de produtos alimentícios como elementos informativos: um estudo da percepção dos consumidores**. 2018. 186 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2018.
- BARROS, F. A. L.; PEREIRA JÚNIOR, J. A.; LOPES, E. M.; BATISTA, D. V. V.; SILVA, A. C. C.; COSTA JUNIOR, K. S.; SOUSA, N. C.; CORDEIRO, C. A. M. Análise do grau de conformidade da rotulagem de pescados comercializados no município de Castanhal-PA face à legislação vigente. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.9, p.67867-67877, 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa N° 75 DE 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 de outubro de 2020, seção 1, p. 113, 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC n° 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 9 de outubro de 2020, seção 1, p.106, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC n° 259, de 20 de setembro de 2002. Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 nov. 2002.

FARIN, M. G. V.; SALOTTI-SOUZA, B. M. Avaliação da conformidade de rótulos de leite UAT, manteiga e creme de leite frente a legislação em vigor. **Revista Científica de Medicina Veterinária UNORP**, v. 2, n. 1, p. 34-39, 2018.

FEITOSA, B. F.; OLIVEIRA, E. N. A.; FREITAS, B. F.; OLIVEIRA NETO, J. O.; FEITOZA, J. V. F.; ALMEIDA, F. L. C. Avaliação da rotulagem de sobremesas de acordo com as informações nutricionais e obrigatórias. In: **IV Encontro Nacional da Agroindústria**. Pau Dos Ferros-RN, 2018. p. 7.

FEITOZA, J. V. F.; OLIVEIRA, E. N. A.; FEITOSA, B. F.; OLIVEIRA NETO, J. O.; DINIZ JÚNIOR, L. A. M.; FEITOSA, R. M. Rotulagem nutricional e informações obrigatórias em diferentes marcas de achocolatados em pó. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.3, p. 547-551, 2017.

FERREIRA, M. J. G.; SALES, L. G. M.; LIMA, L. R.; CARVALHO J. D. G. Avaliação da Rotulagem de Bebidas Lácteas UHT Comercializadas em Supermercados de Fortaleza/CE. In: **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Alimentação a árvore que sustenta a vida**. Gramados-RS, 2016. p. 388-416.

GOMES, V. T. S.; GOMES, R. N. S.; GOMES, M. S.; VIANA, L. V. M.; DA CONCEIÇÃO, F. R.; AMORIM, L. M. M.; SOARES, E. L. Antioxidantes em alimentos: informações rotulares. In: XX Encontro Latino Americano De Iniciação Científica, **XVI Encontro Latino Americano De Pós-Graduação E VI Encontro De Iniciação à Docência**, Universidade do Vale do Paraíba, 2016. p.1-5.

GRANDI, A. Z.; ROSSI, D. A. Avaliação dos itens obrigatórios na rotulagem nutricional de produtos lácteos fermentados. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 2010; v.69, n.1, p.62-68, 2010.

HANAUER, D. C.; MERGEN, I. Legislação brasileira para rotulagem de produtos lácteos. **Brazilian Journal of Food Research**, v.10, n.1, p.171-199, 2019.

JESUS, M. A; REIS, L. C. B. Hábito de leitura de rótulos alimentícios por estudantes do

IF Baiano, campus Serrinha. **Revista Macambira**, v. 5, n. 2, p. e052002, 2021.

LINS, A. N. C e ALEIXO, C. P. T. **Avaliação da Rotulagem e teor proteico de bebidas a base de leites e derivados encontrados à venda no Recife**. 2019. 39 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Nutrição) - Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife-PE, 2019.

MACHADO, R. L. P. **Manual de rotulagem de alimentos**. 1. ed., Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2015. 24 p.

MELO, F. de O; BARBOSA, P. T; ANDRADE, A. K. S. de; GOMES, C. S; COSTA, S. de S; & SANTOS, D. R. dos. Avaliação da rotulagem de embalagens de diferentes marcas de produtos lácteos comercializados no município de Batalha, Alagoas. **Diversitas Journal**, v.6, n.2, p.1886-1898. 2021.

PINTO, C. A; SOUZA, B. R.; PEIXOTO, J. S. G.; ISHIZAWA, T. A. Rotulagem para alergênicos: uma avaliação dos rótulos comercializados com presença ou ausência de glúten e seus riscos inerentes à saúde dos celíacos no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. e38963432, 2020.

Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição. (SBAN). **A Importância do Consumo de Leite no Atual Cenário Nutricional Brasileiro**; 2015. Disponível em: <[http://sban.cloudpainel.com.br/source/SBAN\\_Importancia-do-consumo-de-leite.pdf](http://sban.cloudpainel.com.br/source/SBAN_Importancia-do-consumo-de-leite.pdf)>. Acesso em: 8 abr. 2023.

SILVA, E. B. M.; VIEIRA, V. R. M.; GONÇALVES, S. A. R. O.; TAKAHASHI, J. A.; ARAÚJO, R. L. B. Análise da rotulagem de bebidas mistas de frutas e vegetais denominadas detox. **Revista Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v.9, n.3, p.130-136, 2021.

SIQUEIRA, K. B. O Mercado Consumidor de Leite e Derivados. Circular Técnica 120. **EMBRAPA**. Juiz de Fora – MG, julho de 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199791/1/CT-120-MercadoConsumidorKennya.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2023.

TACO/ NEPA - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. UNICAMP. - 4a edição. Revisada e ampliada. Campinas: NEPA UNICAMP, 2011, p. 161.

**UTILIZAÇÃO DA MATRIZ SWOT PARA ANALISAR O MERCADO DE AÇAÍ EM NOSSA SENHORA DA GLÓRIA, SERGIPE: UM ESTUDO DE CASO**

**APLICACIÓN DE LA MATRIZ FODA PARA ANALIZAR EL MERCADO DE AÇAÍ EN NOSSA SENHORA DA GLÓRIA, SERGIPE: UN ESTUDIO DE CASO**

**APPLICATION OF THE SWOT MATRIX TO ANALYZE THE AÇAÍ MARKET IN NOSSA SENHORA DA GLÓRIA, SERGIPE: A CASE STUDY**

**DOI:** <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.631-647>

**Maria Valdenia Nunes Simplicio**

Bacharelado em Agroindústria, Univ. Fed. de Sergipe - Campus do Sertão,  
[valdenia27@academico.ufes.br](mailto:valdenia27@academico.ufes.br)

**Luiz Felipe de Santana Santos**

Bacharelado em Agroindústria, Univ. Fed. de Sergipe- Campus do Sertão,  
[Felipesantos.Santos.9655@gmail.com](mailto:Felipesantos.Santos.9655@gmail.com)

**João Paulo Natalino de Sá**

Bacharelado em Agroindústria, Univ. Federal de Sergipe – Campus do Sertão,  
[jpsadesa@academico.ufs.br](mailto:jpsadesa@academico.ufs.br)

**Angelise Durigon**

Engenharia de Alimentos, Univ. Fed. de Sergipe – Campus São Cristóvão, [angelise@academico.ufs.br](mailto:angelise@academico.ufs.br)

**Simone Mazzutti**

Doutora em Eng. de Alimentos, Univ. Fed. de Sergipe-Campus do Sertão,  
[simonemazzutti.@academico.ufs.br](mailto:simonemazzutti.@academico.ufs.br)



## Resumo

O mercado de açaí tem crescido devido à sua exposição midiática e às suas propriedades nutricionais e sensoriais. Em Nossa Senhora da Glória, mais de 20 pontos de venda foram identificados em 2021. Este estudo tem como objetivo aplicar a matriz SWOT para avaliar o mercado de comercialização de açaí nessa cidade. Para isso, foi realizado um levantamento dos pontos de venda, juntamente com a aplicação de um questionário e a coleta de informações em redes sociais, sites e aplicativos de entrega. Dos trinta estabelecimentos identificados, quatro responderam ao questionário. Os resultados indicaram que todas as empresas utilizam mídias sociais, especialmente Instagram e WhatsApp, para promover seus negócios. A matriz SWOT revelou pontos fortes, como diversidade de produtos, opções de pagamento e localização estratégica, além do uso de mídias sociais e serviços de entrega. As oportunidades identificadas incluem a possibilidade de estabelecer franquias, aproveitar o bom desempenho econômico e estabelecer parcerias com instituições de ensino. Por outro lado, foram identificadas fraquezas, como baixa qualidade dos produtos devido à falta de boas práticas de fabricação, ausência de diretrizes organizacionais, análise de concorrência e conhecimento na definição de preços. As empresas devem estar atentas a ameaças como a instabilidade econômica, a atuação mais rigorosa da vigilância sanitária municipal e o aumento constante dos preços do açaí devido à sua alta demanda. Essa análise da matriz SWOT proporciona uma visão abrangente do mercado de açaí em Nossa Senhora da Glória/SE, oferecendo *insights* importantes para a tomada de decisões estratégicas e o destaque nesse setor em crescimento.

**Palavras-chave:** Marketing Digital; Matriz SWOT; *Delivery*; Rede Social.

## Resumen

El mercado del acai ha experimentado un crecimiento impulsado por la exposición mediática y sus propiedades nutricionales y sensoriales. En Nossa Senhora da Glória, se identificaron más de 20 puntos de venta en 2021. Este estudio tiene como objetivo aplicar la matriz FODA para evaluar el mercado de comercialización del acai en esta ciudad. Para lograr esto, se realizó un relevamiento de los puntos de venta, junto con la aplicación de un cuestionario y la recopilación de información en redes sociales, sitios web y aplicaciones de entrega. De los treinta establecimientos identificados, cuatro respondieron al cuestionario. Los resultados indicaron que todas las empresas utilizan las redes sociales, especialmente Instagram y WhatsApp, para promocionar sus negocios. La matriz FODA reveló fortalezas como la diversidad de productos, las opciones de pago y la ubicación estratégica, además del uso de redes sociales y servicios de entrega. Las oportunidades identificadas incluyen la posibilidad de establecer franquicias, aprovechar el buen desempeño económico y establecer alianzas con instituciones educativas. Por otro lado, se identificaron debilidades, como la baja calidad de los productos debido a la falta de buenas prácticas de fabricación, la ausencia de directrices organizativas, el análisis de la competencia y el conocimiento en la fijación de precios. Las empresas deben estar atentas a amenazas como la inestabilidad económica, una mayor vigilancia de las autoridades sanitarias municipales y el constante aumento de los precios del acai debido a la alta demanda. Este análisis FODA proporciona una visión integral del mercado del acai en Nossa

Senhora da Glória/SE, oferecendo ideias valiosas para a toma de decisões estratégicas e destacándose em este setor em crescimento.

**Palabras clave:** Marketing Digital; Matriz DAFO; Entrega a domicilio; Redes Sociales.

## Abstract

The acai market has been growing due to media exposure and its nutritional and sensory properties. In Nossa Senhora da Glória, over 20 points of sale were identified in 2021. This study aims to apply the SWOT matrix to assess the acai commercialization market in this city. To achieve this, a survey of sales points was conducted, along with the administration of a questionnaire and the collection of information from social media, websites, and delivery apps. Out of the thirty identified establishments, four responded to the questionnaire. The results indicated that all companies use social media, particularly Instagram and WhatsApp, to promote their businesses. The SWOT matrix revealed strengths such as product diversity, payment options, strategic location, as well as the use of social media and delivery services. Identified opportunities include the possibility of establishing franchises, taking advantage of good economic performance, and forming partnerships with educational institutions. On the other hand, weaknesses were identified, such as low product quality due to a lack of good manufacturing practices, absence of organizational guidelines, competition analysis, and pricing knowledge. Companies must be aware of threats such as economic instability, increased vigilance from municipal health authorities, and the constant rise in acai prices due to high demand. This SWOT analysis provides a comprehensive view of the acai market in Nossa Senhora da Glória/SE, offering valuable insights for strategic decision-making and standing out in this growing sector.

**Keywords:** Digital Marketing; SWOT Matrix; Delivery; Social Media.

## Introdução

A busca por diferentes fatias de mercado e consumidores diversificados tem impulsionado as empresas a empregarem estratégias variadas. Um setor que tem conquistado cada vez mais espaço nesse contexto é o da comercialização de açaí. Esse fruto tem ganhado exposição nas mídias devido às suas características nutricionais e sensoriais, como fibras, proteínas e compostos bioativos (COELHO et al., 2017). O açaí é fruto do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart), típico da região Amazônica, e seu cultivo e extração ocorrem em diversos estados do Brasil, como Pará, Amazonas, Maranhão, Acre, Roraima, Rondônia, Amapá, Bahia, Tocantins, Espírito Santo e Alagoas (IBGE, 2023a; DE FREITAS, 2021).

No estado de Sergipe, apenas algumas regiões, como sul, litoral norte, agreste e áreas irrigadas, oferecem condições climáticas e de solo adequadas para o cultivo do açaí. Entretanto, em Nossa Senhora da Glória, no nordeste do estado, o clima e o solo

não são favoráveis para o plantio desse fruto. Apesar disso, a comercialização da polpa de açaí tem apresentado um crescimento significativo nesse município nos últimos anos (EMDAGRO, 2016; DÓRIA, 2021). De fato, um levantamento realizado por Dória (2021) constatou a existência de 22 pontos de comercialização de polpa de açaí em Nossa Senhora da Glória, destacando o aumento desse tipo de estabelecimento na região.

Considerando esse cenário, é importante ressaltar que os consumidores de Nossa Senhora da Glória possuem diversas opções para adquirir açaí e são influenciados por fatores como publicidade, promoções, localização e preço. Diante disso, torna-se necessário realizar uma pesquisa que aplique a matriz SWOT para analisar o perfil do mercado de comercialização de açaí na cidade de Nossa Senhora da Glória/SE, visando compreender como as empresas estão posicionadas em relação a aspectos como preço, localização, promoção e produto. Dessa forma, será possível identificar as estratégias utilizadas pelas empresas para se manterem competitivas neste mercado.

## Referencial teórico

O açaí, uma palmeira nativa da América Central e do Sul, tem se destacado como um alimento funcional devido aos seus benefícios nutricionais, composição fitoquímica e alta capacidade antioxidante. Com propriedades nutricionais e valor calórico, o açaí é rico em proteínas, fibras, lipídios, vitamina E e minerais, além de compostos bioativos, como os polifenóis. Esses compostos possuem propriedades farmacológicas, como atividade antiviral, antitumoral, anti-inflamatória e antioxidante (BARBOSA; CARVALHO JUNIOR, 2022).

A obtenção da polpa de açaí envolve o amolecimento do mesocarpo por imersão em água morna, seguido pelo despulpamento utilizando máquinas mecânicas. A polpa representa de 5% a 15% do peso total do fruto e é classificada de acordo com o teor de sólidos totais, podendo ser do tipo A (especial), B (médio) ou C (popular) (BRASIL, 2000; FERREIRA; FERREIRA; DE FREITAS, 2021). Em regiões onde o consumo é imediato, a polpa é comercializada em temperatura ambiente, mas quando destinada a regiões distantes, é comum realizar a pasteurização e refrigerar ou congelar o produto para preservar sua qualidade. A pasteurização é um tratamento

térmico suave que visa eliminar a microbiota e inativar enzimas que poderiam causar deterioração, como o escurecimento. Essas medidas são especialmente relevantes quando o açaí é comercializado para outras cidades e países, garantindo a segurança e qualidade do produto (FERREIRA; FERREIRA; FREITAS, 2020).

O Brasil é líder na produção e exportação de polpa congelada de açaí. O consumo do açaí tem se expandido tanto no mercado nacional quanto internacionalmente. De acordo com a Embrapa, a venda de frutos de açaí e seus produtos gera mais de R\$ 40 milhões em receita anualmente. O aumento da produtividade do açaí no Brasil tem impulsionado o mercado de produtos derivados, com um crescimento estimado de mais de 200% nos últimos 4 anos, mesmo em meio à crise global de saúde e desaceleração econômica (BARBOSA; CARVALHO JUNIOR, 2022).

A produção nacional de frutos de açaí nos últimos cinco anos foi em média de 1,23 milhão de toneladas, com a região norte do Brasil sendo responsável por 99,7% do total produzido. O estado do Pará é o líder absoluto na produção, com uma média anual de 1,18 milhão de toneladas. Estima-se que no Pará sejam consumidas cerca de 300 mil toneladas de açaí anualmente, seguido pelo Rio de Janeiro com 500 toneladas, São Paulo com 150 toneladas e os demais estados brasileiros com cerca de 200 toneladas anualmente. O Pará é o estado que mais produz e consome açaí, sendo responsável por mais de 93% da produção nacional. Em 2020 foram comercializados pelo estado do Pará mais de 908 milhões de reais em produtos originados do beneficiamento do açaí, como polpa, mixes e açaí liofilizado, destinados aos mercados nacional e internacional (CONAB, 2020; IBGE, 2023a; SEDAP, 2023).

A matriz SWOT é uma ferramenta amplamente utilizada por empresas de todos os tamanhos para a gestão estratégica (KOTLER; KELLER, 2012; PAIVA; GUERRA, 2021). A sigla SWOT vem das palavras em inglês *strengths*, *weaknesses*, *opportunities* e *threats*, que traduzem respectivamente para Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças. Também conhecida como Matriz FOFA, a análise SWOT mapeia os pontos fortes e fracos do ambiente interno da organização, assim como as oportunidades e ameaças do ambiente externo, com o objetivo de orientar o planejamento estratégico (MARTINS et al., 2013; PALIWAL, 2006; FERREIRA et al., 2019) e auxiliar na elaboração do plano de *marketing*.

Na análise do ambiente interno, são considerados critérios como recursos financeiros, liderança e imagem de mercado, vantagens competitivas que geram barreiras à entrada de novos concorrentes, tecnologia, custos, propaganda, competência e inovação de produtos (CHIAVENATO; SAPIRO, 2003; BARAGATTI, et al., 2021). Já o ambiente externo abrange tudo o que está fora do controle da empresa, como o mercado, que embora não possa ser controlado, deve ser conhecido e monitorado com frequência para identificar oportunidades e evitar ameaças (SCHULTZ; ZANETTI; WAQUIL, 2011).

## Metodologia

O levantamento das informações sobre o mercado e comercialização de açaí foi realizado utilizando métodos de pesquisa descritiva e exploratória. As pesquisas descritivas têm como objetivo principal descrever um determinado fenômeno ou população, ou estabelecer relações entre variáveis (GIL, 2009). Nesse tipo de pesquisa, os fatos são observados, registrados, analisados e interpretados sem a interferência do pesquisador, a fim de garantir a precisão dos resultados. Seu propósito é expor as características da população ou fenômeno estudado e também esclarecer possíveis relações entre as variáveis analisadas (GIL, 2009). Por outro lado, as pesquisas exploratórias têm como objetivo tornar os problemas mais explícitos e construir teorias (FERREIRA, 2021). Esse tipo de pesquisa é realizado em áreas onde há pouca informação acumulada e sistematizada (FERREIRA, 2021).

### Local da pesquisa e perfil socioeconômico

A pesquisa foi conduzida na cidade de Nossa Senhora da Glória, localizada no alto Sertão Sergipano, estado de Sergipe. Com uma população estimada em 41.202 habitantes em 2022 (IBGE, 2023b), a cidade está situada a 126 km da capital Aracaju. Para identificar o perfil socioeconômico de Nossa Senhora da Glória, foi realizada uma pesquisa documental utilizando fontes primárias, como documentos de arquivos públicos, institucionais e fontes estatísticas (LAKATOS; MARCONI, 2010). Essa pesquisa se baseou em informações obtidas de sites como o IBGE, SEBRAE e o Observatório de Sergipe da Secretaria Geral de Governo (SEGG).

## Identificação dos pontos de comercialização de açaí e coleta de dados

Os pontos de venda de açaí em Nossa Senhora da Glória foram identificados por meio de visitas aos estabelecimentos, complementados com dados coletados indiretamente através das redes sociais das empresas identificadas e seus perfis em sites de aplicativos de entrega. As informações coletadas abrangiam localização, preços, cardápios, horários de funcionamento, aplicativos de entrega, formas de pagamento e promoções.

Além disso, foi elaborado um questionário para ser aplicado nas empresas que comercializam açaí, utilizando uma amostragem não probabilística. A amostragem não probabilística é aquela em que a seleção dos elementos da população para compor a amostra depende em parte do julgamento do pesquisador (MATTAR, 1999). Nesse caso, o número de questionários aplicados foi determinado pelo número de estabelecimentos que concordaram em participar da pesquisa. Dos estabelecimentos identificados, quatro empresas (A, B, C e D) responderam ao questionário. Vale ressaltar que a empresa A possui dois pontos de venda no município.

O questionário aplicado às empresas A, B, C e D foi dividido em 5 blocos. No primeiro bloco, foram abordadas questões relacionadas ao preço do açaí, que incluíam: 1) preço de comercialização; 2) formação de preço; 3) formas de pagamento; e 4) condições para oferecer descontos. No segundo bloco, foram abordadas questões relacionadas aos aspectos que compõem o produto. As empresas entrevistadas forneceram informações sobre as seguintes características do Produto: 5) tamanho das porções; 6) descrição do produto; 7) tipos de embalagem utilizados; 8) origem da matéria-prima; 9) critérios para selecionar fornecedores de açaí; 10) se há alguma manipulação da matéria-prima; e 11) diferenciação do produto.

No bloco 3º foram abordadas questões relacionadas ao quesito Promoção. Nesse bloco as empresas são questionadas quanto ao: 12) ambiente em que a empresa está inserida, 13) formas de divulgação da empresa; 14) uso de mídias sociais 15) canais de venda; 16) estratégias de promoção e comunicação; e 17) utilização de aplicativos de entrega. No 4º bloco foram incluídas questões sobre diretrizes estratégicas, abordando temas como missão (18), visão (19), valores (20), análise SWOT (21) e análise de concorrentes da empresa (22), busca por assistência (23). Já

o 5º bloco buscou identificar o perfil das empresas: 24) nome; 25) idade da empresa; 26) quantidade de funcionários; e 27) franquias.

### **Aplicação da matriz SWOT**

A ferramenta de análise SWOT foi utilizada para identificar os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças das empresas que comercializam açaí em Nossa Senhora da Glória. Essa ferramenta permitiu uma análise das condições internas e externas das empresas do setor de açaí no município. Além dos dados obtidos por meio de observação direta e da aplicação dos questionários, também foi realizada uma visita ao escritório do SEBRAE em Nossa Senhora da Glória para obter informações adicionais sobre o hábito das empresas em buscar auxílio. A análise SWOT foi realizada a partir da interpretação dos dados coletados pela autora. Com base nessa análise, foi possível criar um quadro que apresenta os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças das empresas do setor de açaí em Nossa Senhora da Glória, Sergipe.

### **Resultados e discussão**

O diagnóstico da comercialização de açaí em Nossa Senhora da Glória permite entender a situação atual do mercado, as tendências, os hábitos de consumo e as preferências dos consumidores locais. Com base nessas informações, pode ser possível sugerir estratégias eficazes para atender às necessidades do público-alvo e maximizar as oportunidades de vendas. Embora o município não seja produtor de açaí, o setor de comercialização desse produto é bastante amplo, apresentando diversos pontos de venda espalhados por toda a cidade.

A população estimada do município, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023b), é de 41.202 de pessoas no ano de 2022. A cidade tem experimentado um aumento populacional significativo, impulsionado principalmente pelo aumento dos empregos formais. De acordo com dados do Ministério da Economia, em 2021, o município contava com 4.255 empregos formais, sendo que os setores mais relevantes foram à agropecuária, construção civil, comércio, serviços e indústrias.

Segundo dados do IBGE e da Secretaria de Estado Geral de Governo (SEGG), o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* atingiu valores de R\$15.466,17 no ano de 2019, tendo como principais contribuintes os setores de serviços, agropecuária e indústria. O Valor Adicionado Bruto (VAB) dos setores de serviço, agropecuária e indústria corresponderam a 82,4%, 10,2% e 7,4%, respectivamente. O PIB *per capita* apresentou uma tendência de alta, sendo que no ano de 2020 chegou a R\$18.738,23, representando um aumento em relação a 2019. O salário médio mensal dos trabalhadores formais em 2021 foi de 1,8 salários mínimos (Observatório de Sergipe, 2023; IBGE, 2023b).

A melhora na renda que vem ocorrendo nos últimos tempos pode ter contribuído para o desenvolvimento do setor de serviços, nesse setor se encaixa a comercialização de açaí. Uma das maneiras de maior comercialização do açaí é chamada de “açaí na tigela” por ser uma preparação rápida, de baixo custo, energética e nutritiva. O “açaí na tigela” consiste na polpa da fruta congelada batida no liquidificador e acompanhada de frutas e outros ingredientes como granola, xarope de guaraná, castanhas; normalmente servida em uma tigela (SILVA et al, 2018). Nesse trabalho, foi possível constatar a presença de 30 estabelecimentos que comercializam açaí em Nossa Senhora da Glória/SE em 2022. Dentre esses, consta também um mini mercado que foi considerado, pois comercializa potes de açaí de 500 mL nos aplicativos de entrega. O aumento no número de pontos de venda pode ser confirmado por meio de um estudo realizado por Dória (2021), o qual apontou a existência de 22 estabelecimentos (*trailers*, sorveterias e distribuidoras) no ano de 2021. Com isso, observa-se que houve um acréscimo de oito estabelecimentos entre 2021 e 2022.

A matriz SWOT foi preenchida com base na observação direta e nos dados coletados, levando em consideração que os pontos fortes e pontos fracos estão relacionados à realidade das empresas, enquanto as oportunidades e ameaças foram avaliadas no contexto externo. Para avaliar as forças das empresas, considerou-se as características do produto, como variedade, tamanho das porções, preço e formas de pagamento. Também observou-se se as empresas possuíam uma localização estratégica e ofereciam serviços adicionais, como entrega em domicílio, para atrair mais clientes. Além disso, foi verificado se as empresas tinham uma presença forte



nas redes sociais e se vendiam seus produtos online, o que poderia aumentar sua exposição e alcance de clientes. O clima do município durante todo o ano, favorável à comercialização da polpa de açaí congelada, também foi considerado.

Na análise das fraquezas, foi necessário identificar as possíveis limitações das empresas, como a qualidade do produto em relação às Boas Práticas de Fabricação (BPF) e a falta de diretrizes organizacionais claras na formação de preços. Além disso, o número de empresas que comercializam açaí na cidade foi considerado. O grande número de empresas atuando na mesma atividade pode ser um obstáculo para o sucesso individual de cada empresa. Também foi verificada a interação das empresas com outros setores da sociedade, como as instituições de ensino.

Com base nesses diagnósticos e nas observações feitas durante a pesquisa, no **Quadro 01** pode ser observada a matriz SWOT para análise do setor de comercialização de açaí em Nossa Senhora da Glória.

#### Com relação às forças:

- Nossa Senhora da Glória conta com diversas empresas que oferecem uma ampla variedade de produtos derivados do açaí, visando atender aos diferentes perfis de consumidores. Além disso, os produtos são disponibilizados em diferentes tamanhos de porções, com preços que variam entre R\$ 20,00 e R\$ 46,00 por litro (a maioria das empresas comercializa o produto por R\$ 35,00 por litro). Essa diversidade de opções de produtos e preços é uma estratégia importante para as empresas de açaí, uma vez que permite atender a diferentes necessidades e preferências dos consumidores, bem como ampliar o alcance de mercado e aumentar as vendas.
- As empresas de açaí de Nossa Senhora da Glória, inovaram com relação à forma de pagamento, pois antes recebiam por meio de dinheiro e cartões e agora recebem também através de pix. Esse tipo de pagamento é uma opção mais rápida, segura e econômica, dando mais possibilidades às empresas, pois fica mais simples fazer o fluxo de caixa do negócio ao receber imediatamente em tempo real.
- A maioria das empresas de açaí em Nossa Senhora da Glória está localizada no centro da cidade, próximo a outras lojas, supermercados e academias, em

avenidas e bairros de grande circulação de pessoas, facilitando o acesso e aumentando a visibilidade da marca. Além disso, seguindo a tendência de crescimento da cidade, algumas empresas se instalaram em bairros mais afastados do centro, mas próximos a escolas e mercearias, com o objetivo de atrair potenciais consumidores para seus estabelecimentos.

- Entrega de produtos a domicílio. Foi verificado o uso de dois aplicativos de *delivery* (Compre sem fila, Quero *delivery*) atuando no município e de outras ferramentas como o WhatsApp, que permite que os consumidores façam seus pedidos através dos aplicativos e recebam o produto em sua residência.
- O uso de mídias sociais é uma prática importante para as empresas, já que auxilia na divulgação do produto e na consolidação de sua marca. As empresas de açaí de Nossa Senhora da Glória utilizam as mídias sociais, atuando principalmente no Instagram e WhatsApp.
- No Nordeste o clima é quente o ano todo, fato esse que favorece a comercialização da polpa do açaí congelada. Esse produto apresenta uma boa aceitação pelo público consumidor de Nossa Senhora da Glória principalmente por ser um produto de fácil acesso para se refrescar.

#### Com relação às fraquezas:

- Do ponto de vista higiênico sanitário, estudos apontam que os estabelecimentos de Nossa Senhora da Glória apresentam baixa adequação quanto à aplicação das BPF, podem levar a diversos problemas relacionados à segurança e qualidade dos produtos fabricados, tais como: contaminação por microrganismos patogênicos, que podem causar doenças nos consumidores; alteração das características sensoriais (sabor, odor, textura, cor) dos produtos, comprometendo sua qualidade e aceitação pelos consumidores; e perda de credibilidade da empresa junto aos consumidores e órgãos fiscalizadores (DÓRIA, 2021).
- A falta de padronização dos produtos comercializados pode estar relacionada à qualidade do produto e pode prejudicar a fidelização dos clientes.

- As empresas não possuem diretrizes organizacionais estabelecidas, ou seja, isso pode dificultar a execução de planos de ação e na realização dos objetivos de longo prazo, impedindo o crescimento das empresas.

**Quadro 01:** Resultado da matriz SWOT.

<b>Análise Interna</b>	
<b>Força (<i>Strengths</i>)</b>	<b>Fraquezas (<i>Weaknesses</i>)</b>
Diversidade de opções de produtos e preços; Diversidade de formas de pagamentos; Localização estratégica das empresas; Uso de aplicativos de <i>delivery</i> ; Uso de mídias sociais; Clima quente durante todo o ano.	Baixa qualidade dos produtos em relação às BPF; Falta de padronização dos produtos; Ausência das diretrizes organizacionais; Ausência da análise de concorrência; Falta de conhecimento para a definição do preço; Falta de interação entre instituições de ensino e empresas da cadeia.
<b>Análise Externa</b>	
<b>Oportunidades (<i>Opportunities</i>)</b>	<b>Ameaças (<i>Threats</i>)</b>
Uso de franquias como modelos de negócios; Cenário favorável de geração de emprego; Crescente demanda por produto com propriedades nutricionais; Oferece serviços diferenciados dos demais concorrentes; Estabelecer interações entre instituições como SEBRAE, SENAC e instituições de ensino como UFS e IFS.	Surgimento de novas empresas e crescimento de concorrência; Instabilidade econômica; Maior atuação da vigilância sanitária; Aumento no preço do açaí ao longo dos anos.

Fonte: própria (2022).

- A maioria das empresas também não realizam análise dos concorrentes, portanto elas não têm informações sobre seus concorrentes. Num cenário como o de Nossa Senhora da Glória, onde são verificados muitos concorrentes, isso pode afetar o sucesso das empresas.
- A falta de conhecimento para a definição do preço é um fator prejudicial para o negócio, pois sem esse conhecimento não é possível à empresa saber a margem de lucro que a empresa pode obter, nem mesmo diminuir as incertezas e dificuldades em longo prazo.
- Como já foi citado, não existe troca de interação entre as empresas de açaí e as entidades como SEBRAE, SENAC e outras instituições públicas que estão

localizadas no município como UFS e IFS. Essa falta de diálogo e cooperação é prejudicial para as empresas, pois elas perdem a oportunidade de receber orientações e treinamentos para alavancar seus negócios e capacitar seus colaboradores. Em caso de instabilidade na gestão do negócio, as empresas ficam desamparadas, sem a possibilidade de contar com o suporte dessas entidades.

#### Com relação às oportunidades:

- O modelo de negócio de franquias de açaí podem ser uma boa opção de investimento, uma vez que demandam baixo investimento inicial e garantem lucro ao empreendedor. As franquias oferecem produtos diferenciados e já estão organizadas. Uma das principais vantagens de se investir em uma franquia é que o franqueador oferece suporte e treinamento para o franqueado, incluindo treinamento operacional e gerencial, bem como suporte na escolha da localização, desenvolvimento do negócio e marketing. Isso significa que mesmo que o franqueado não tenha experiência em gestão de empresas, ele receberá todo o apoio necessário para administrar o negócio com sucesso diminuindo o risco de falência ou prejuízo.
- Conforme mencionado anteriormente, Nossa Senhora da Glória apresenta um cenário favorável para a geração de empregos, o que contribui para o aumento da renda de muitas famílias. Esse cenário econômico favorável pode beneficiar também o setor de alimentação, no qual está inserido o setor de açaí, uma vez que as famílias com maior poder aquisitivo tendem a consumir mais produtos alimentícios, o que pode aumentar as vendas desse setor.
- A grande demanda pela polpa de açaí se deve, entre outros fatores, às suas propriedades antioxidantes, energéticas e alto valor nutricional. Nesse sentido, as empresas do setor devem oferecer novos produtos inovadores que agreguem valor e aumentem o lucro, direcionados a diferentes públicos-alvo, como *gamers*, *fitness*, infantil, entre outros. Os consumidores estão cada vez mais conscientes da importância de alimentos saudáveis e tendências de mercado, estando dispostos a pagar mais por produtos que ofereçam benefícios à saúde.

- As empresas podem buscar parcerias para melhorar seus produtos, serviços e a gestão de seus negócios, bem como treinar seus colaboradores por meio de parcerias com entidades presentes e atuantes no município como SEBRAE, UFS, IFS e SENAC.

#### Com relação às ameaças:

- A instabilidade econômica é um período de incerteza que muitas empresas tendem a enfrentar, aconteceu principalmente durante a pandemia de COVID-19, mas pode prosseguir por muitos anos, pois quando a economia do país não vai muito bem, o poder de compra dos consumidores diminui, afetando na lucratividade das empresas.
- O surgimento de novas empresas na mesma área de atuação na cidade ocasiona o crescimento da concorrência. Como podemos ver na cidade de Nossa Senhora da Glória que apresenta 30 empresas que comercializam açaí, onde essa vão disputar o mesmo espaço no mercado e o mesmo público alvo, ou seja, a concorrência é considerada grande.
- O açaí é um produto que tem apresentado um grande crescimento na sua comercialização, tanto no Brasil como na exportação para outros países. Isso tem feito com que o preço do produto venha aumentando continuamente ao longo dos anos.
- A vigilância sanitária é um conjunto de ações capazes de eliminar, diminuir ou prevenir riscos para a saúde intervindo em problemas sanitários. Dessa forma, a maior atuação da vigilância sanitária, em estabelecimentos de açaí pode proporcionar o fechamento de alguns estabelecimentos por falta de adequações, sejam elas no ambiente de venda, nos utensílios, por meio dos colaboradores ou no produto.

## Conclusões

Com base nas informações apresentadas neste estudo, observa-se um aumento no número de estabelecimentos que comercializam açaí em Nossa Senhora da Glória em 2022, em comparação com o ano de 2021. Esses estabelecimentos oferecem uma variedade de preços e formas de comercialização do açaí. No entanto,

o estudo revelou que as empresas possuem poucos conhecimentos sobre diretrizes estratégicas, análise de concorrência e matriz SWOT, o que pode resultar em dificuldades futuras. Portanto, é necessário que as empresas busquem mais informações sobre esses assuntos, pois este trabalho fornece dados relevantes que podem auxiliá-las a enfrentar possíveis desafios futuros.

Em suma, este estudo fornece uma visão abrangente do mercado de açaí em Nossa Senhora da Glória/SE, identificando aspectos positivos e áreas de melhoria para as empresas. As informações e *insights* apresentados podem ser utilizados pelas empresas para tomar decisões estratégicas e se destacarem nesse setor em crescimento, aproveitando as oportunidades e enfrentando as ameaças com maior eficácia.

## Referências

BARAGATTI, W. P. et al. Estudo de mercado através da análise SWOT e estratégia de precificação para desenvolvimento de um novo implemento agrícola para aplicação de mulching. **Revista Campo da História**, v. 6, n. 1, p. 18-41, 2021. Disponível em: <https://campodahistoria.com.br/ojs/index.php/rcdh/article/download/6/10/26>. Acesso em: 5 jul. 2023.

BARBOSA, J. R; DE CARVALHO JUNIOR, R. N. Food sustainability trends-How to value the açaí production chain for the development of food inputs from its main bioactive ingredients?. **Trends in Food Science & Technology**, v. 124, p. 86-95, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 1, de 7 de janeiro de 2000. **Aprova o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2000.

CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento estratégico: fundamentos e aplicações**. 1.ed. 13ª tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

COELHO, D. B. et al. **Cadeia Global de Valor Açaí**. 2017. Disponível em: <https://ri.espm.br/wp-content/uploads/2018/08/Setor-do-A%C3%A7a%C3%AD.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2023.

CONAB. Florence Rios Serra - **Analista de mercado** – Engenheira de Alimentos. Brasília, DF, 2020. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercadoagropecuarioeextrativista/analisesdomercado/historicomensaldeacaí/item/download/3\\_1586\\_6bed23dba499b257e49c5c26b194ddfd](https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercadoagropecuarioeextrativista/analisesdomercado/historicomensaldeacaí/item/download/3_1586_6bed23dba499b257e49c5c26b194ddfd). Acesso em: 5 jul. 2023.

DE FREITAS, D. G.; CARVALHAES, M. A.; BEZERRA, V. S. **Boas práticas na cadeia de produção de açaí**. Embrapa Amapá-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1135385/1/CPAF-AP-2021-Boas-praticas-cadeia-producao-acai.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2023.

DÓRIA, J. I. **Qualidade e condições de comercialização da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Martus) na cidade de Nossa Senhora da Glória – Sergipe**. Nossa Senhora da Glória – SE, 2021. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/15629/3/Jadeilma\\_Inacio\\_Doria.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/15629/3/Jadeilma_Inacio_Doria.pdf). Acesso em: 5 jul. 2023.

EMDAGRO - Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe. **Relatório Anual de Atividades 2015**. Estado de Sergipe. Fevereiro, 2016.

FERREIRA, E. P. et al. Gestão estratégica em frigoríficos: aplicação da análise SWOT na etapa de armazenagem e expedição. **Gestão & Produção**, v. 26, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/yK5NnCqXzzyMJ3nYxz8qQjD/?format=pdf&lang=pt>.

FERREIRA, J. S.; FERREIRA, L. W.; FREITAS, A. E. S. Perfil microbiológico de polpas de açaí in natura, pasteurizadas e congeladas, comercializadas na região metropolitana de Belém do Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41450-41457, 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/download/12341/10344/31963>.

Acesso em: 5 jul. 2023.

FERREIRA, L. C. A. **Proposta de melhoria de layout em uma empresa de assistência técnica**. 2021. Disponível em: [https://arandu.iffarroupilha.edu.br/bitstream/itemid/227/1/Luiza%20Carolina\\_%20proposta%20de%20melhoria%20em%20layout.pdf](https://arandu.iffarroupilha.edu.br/bitstream/itemid/227/1/Luiza%20Carolina_%20proposta%20de%20melhoria%20em%20layout.pdf). Acesso em: 7 set 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

IBGE, 2023. IBGE. **Sidra: Banco de Tabelas Estatísticas**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca/brasil>. Acesso em: 06 jul. 2023a.

IBGE. **Cidades: Nossa Senhora da Glória**. Panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/nossa-senhora-da-gloria/panorama>. Acesso em: 06 jul. 2023b.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de marketing**. São Paulo: Pearson Education, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. In: Fundamentos da metodologia científica. 2010. p. 320-320.

MARTINS, G. H.; WIENS, H.; FERREIRA, R. L.; MARTINS, S. S. F. (2013). **Análise SWOT: estudo de caso em uma indústria de pequeno porte de móveis para**

**escritório.** In Anais do 10º Congresso Internacional de Administração (pp. 1-10). Ponta Grossa: UEPG.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing: análise, planejamento e controle.** 5. ed. São Paulo: Atlas 1999. Acesso em: 20 mar 2023.

Observatório de Sergipe. **Produto Interno Bruto dos Municípios PIB - 2019.**

Disponível em:

<https://docs.observatorio.se.gov.br/wl/?id=EiB70E27xqSMh1EQ9Je35mF9EGn61pMG>

Acesso em: 06 jul. 2023.

PALIWAL, R. (2006). EIA practice in India and its evaluation using SWOT analysis. **Environmental Impact Assessment Review**, 50(5), 492-510.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2006.01.004>. Acesso em: 06 jul. 2023.

PAIVA, M. V.; GUERRA, M. G. G. V. Análise SWOT como ferramenta estratégica no processo avaliativo do curso de Administração Pública do IFPB. **Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, v. 10, n. 19, p. 65770-1-13, 2021. Disponível em:

[https://web.archive.org/web/20210811000206id\\_/https://periodicos.ufsm.br/regae/article/download/65770/pdf](https://web.archive.org/web/20210811000206id_/https://periodicos.ufsm.br/regae/article/download/65770/pdf). Acesso em: 06 jul. 2023.

SCHULTZ, G.; ZANETTI, C.; WAQUIL, P. D. **Análise da competitividade das cadeias produtivas agroindustriais.** In: SCHULTZ, Glauco; WAQUIL, Paulo Dabdab (Org.).

Políticas públicas e privadas e competitividade das cadeias produtivas agroindustriais. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2011. p. 13-44. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/214222/000878651.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06 jul. 2023.

SEDAP - Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca. **Indicadores**

**Agropecuários - Açaí.** Disponível em: < <https://www.sedap.pa.gov.br/boletim-cvis>.

Acesso em: 06 jul. 2023.

SILVA, A. P. DO MARKETING TRADICIONAL AO DIGITAL: **UMA ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS DE RELACIONAMENTO DA EMPRESA SECAD NO AMBIENTE DIGITAL.** Porto Alegre, 2018. 79 f. Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/192977/001087576.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 ago 2022.



# ELABORAÇÃO DE CARTAZ E PANFLETOS COM OBJETIVO DE PROMOVER A CAMPANHA DO PRATO LIMPO NO REFEITÓRIO UNIVERSITÁRIO DA UFPB CAMPUS III – BANANEIRAS - PB

**Benedita Pinheiro de Araújo**

Curso Técnico em Nutrição e Dietética – UFPB/CAVN – Campus III, [benedita810@gmail.com](mailto:benedita810@gmail.com)

**Euzimária Amanso da Silva**

Bacharelado em Agroindústria, UFPB – Campus III, [euzimariasilva17@gmail.com](mailto:euzimariasilva17@gmail.com)

**Isabelle de Lima Brito**

Docente UFPB/ DGTA/ CAVN – Campus III, [isa\\_limab@hotmail.com](mailto:isa_limab@hotmail.com)

**Catherine Teixeira de Carvalho**

Docente Doutora em Biotecnologia UFPB/ DGTA/ CAVN – [catherine.carvalho@academico.ufpb.br](mailto:catherine.carvalho@academico.ufpb.br)

## Resumo

O desperdício de alimentos no Brasil é um problema significativo que afeta diferentes etapas da cadeia alimentar, desde a produção até o consumo final. Estima-se que o país perca cerca de 30% de todos os alimentos produzidos, o que representa uma 46 milhões de toneladas por ano (IBGE, 2018), enquanto 10,1 milhões de brasileiros estão passando fome e 21 milhões em situação de insegurança alimentar. Existem várias razões para o desperdício de alimentos no Brasil. Uma delas é a falta de conscientização dos consumidores na hora de se servir. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi produzir um material educativo na forma de panfletos e cartaz com a finalidade de abordar o desperdício ocorrido no refeitório do Restaurante da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Campus III - Bananeiras – PB (RU). Para desenvolvimento do material educativo foi utilizado a plataforma *Canva*, com elaboração de um material gráfico ilustrativo e explicativo de forma clara e de fácil entendimento, posteriormente o cartaz foi fixado em local de fácil acesso aos consumidores e os panfletos foram entregues por uma semana, no período do almoço para chamar a atenção antes dos comensais se servirem. No material produzido foi abordado dados estatísticos sobre o desperdício de alimentos e uma frase de atenção: Campanha prato limpo. Coloque no prato apenas o que vai comer! Seja consciente, não desperdice. Alimente essa ideia!”. Ainda com a finalidade de verificar o impacto da proposta, foi realizado uma pesagem direta da sobra suja uma semana antes e após a ação educativa. O RU serve uma média de 475 almoços diariamente e 2700 semanalmente. Foi verificado antes da ação educativa uma média de 270 kg de sobra suja e após a ação 135 kg de alimentos desperdiçados semanalmente o que corresponde a uma redução de 50% na sobra suja. Assim, por meio dessa campanha e do material educativo elaborado, os usuários do Restaurante Universitário da UFPB - Campus III - Bananeiras são incentivados a refletir sobre seus hábitos alimentares e a adotar práticas sustentáveis no consumo de alimentos. A campanha demonstrou que pequenas mudanças de comportamento podem gerar um impacto positivo significativo.

**Palavras-chave:** cartaz; panfletos; comensais; desperdício de alimentos.



**KEFIR: PROSPECCIÓN TECNOLÓGICA DE PATENTES  
EN BRASIL RELACIONADAS CON EL SECTOR  
ALIMENTARIO**

**KEFIR: PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE PATENTES NO  
BRASIL RELACIONADAS AO SETOR ALIMENTÍCIO**

**KEFIR: TECHNOLOGICAL PROSPECTION OF PATENTS  
IN BRAZIL RELATED TO THE FOOD SECTOR**

**Roberto Rodrigues de Oliveira Filho**

Engenharia de Alimentos, UFAPE, [roberto\\_rodrigues\\_2000@hotmail.com](mailto:roberto_rodrigues_2000@hotmail.com)

**Cícero Wilson Bezerra Santos**

Engenharia de Alimentos, UFAPE, [willsonbezerra2021@gmail.com](mailto:willsonbezerra2021@gmail.com)

**Jessyca Karolina de Lima Santos**

Engenharia de Alimentos, UFAPE, [jessycakarolinals@gmail.com](mailto:jessycakarolinals@gmail.com)

**Jefferson Renan Pinheiro Rodrigues**

Engenharia de Alimentos, UFAPE, [jeffersonrodrigues.eng23@gmail.com](mailto:jeffersonrodrigues.eng23@gmail.com)

**Jaqueline dos Santos Silva**

Mestre em Bioquímica e Fisiologia, UFPE, [jaqueline.jss@ufpe.br](mailto:jaqueline.jss@ufpe.br)

## Resumo

O kefir é um leite fermentado por grãos de kefir, sendo constituído por um misto de culturas simbióticas. Esses grãos são compostos por uma combinação de *Lactobacillus kefir*, espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter*, que produzem ácido láctico, etanol e dióxido de carbono. Além disso, os grãos de kefir também contêm leveduras fermentadoras de lactose, como a *Kluyveromyces marxianus*, e leveduras não fermentadoras de lactose, como a *Saccharomyces omnisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*. Estando presente também as bactérias *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp* e *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*. O produto caracteriza-se ainda pelo aspecto viscoso e ligeiramente carbonatado, com sabor ácido e com pequenas quantidades de álcool, podendo ter variações da sua microbiota a depender das condições ambientais da região onde for produzido. O kefir tem sua origem atribuída às montanhas do norte do Cáucaso, entre a Europa Oriental e a Ásia Ocidental. A palavra que dá nome ao produto consiste em um derivado da palavra turca *keyif*, que significa “bom sentimento”, sentimento atribuído a sensação experimentada depois de consumir o produto. Embora o kefir comercial seja tradicionalmente fabricado de leite de vaca, ele também pode ser elaborado a partir de leite de ovelhas, cabras ou búfalas. O presente estudo foi realizado através de uma pesquisa exploratória no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI e foi realizado durante o mês de junho de 2023. O levantamento foi feito utilizando o termo “kefir” como palavra chave para a busca em títulos e resumos através do recurso da pesquisa avançada. Durante esse processo, foram identificadas 22 patentes, as quais foram publicadas no período entre 1997 a 2020, sendo possível visualizar um maior número de registros no ano de 2020, onde foram registradas 5 patentes. Ao realizar a análises das patentes encontradas observou-se que há a existência de patentes relacionadas, principalmente, com as áreas de saúde (6 patentes) e alimentos (12 patentes) e aplicações em outros segmentos (4 patentes), também foram identificadas. Em relação às patentes sobre alimentos foram registradas 12 patentes, que por sua vez estão relacionadas com processos produtivos (4 patentes) e produtos (8 patentes), havendo uma grande diversidade desses produtos, que variavam entre biscoitos, derivados lácteos e bebidas alcoólicas. A partir do levantamento realizado, foi possível identificar a presença consistentes de patentes sobre o produto aqui discutido, todavia a baixa periodicidade de novos registros pode demonstrar a pouca inventividade no segmento ou ainda falhas no processo de registro de novas patentes, as quais estão relacionadas com a demora na formalização do processo.

**Palavras-chave:** alimentos; fermentados; funcional; patentes.

# **Seção 6**

## **Produção sustentável e Segurança Alimentar**

**SILÍCIO E SÓDIO AUMENTAM A QUALIDADE DA  
RÚCULA COM DEFICIÊNCIA EM POTÁSSIO**

**EL SILICIO Y EL SODIO AUMENTAN LA CALIDAD DE LA  
ARUGULA CON CARENCIA DE POTASIO**

**SILICON AND SODIUM INCREASE THE QUALITY OF  
AROCLA WITH POTASSIUM DEFICIENCY**

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.653-673>

**Deyvielen Maria Ramos Alves**

Mestranda, FCAV/Unesp, [deyvielen.alves@unesp.br](mailto:deyvielen.alves@unesp.br)

**Renato de Mello Prado**

Docente, FCAV/Unesp, [rmprado@unesp.br](mailto:rmprado@unesp.br)

**Rafael Ferreira Barreto**

Docente, UFMS/Chapadão do Sul, [rafael.barreto@ufms.br](mailto:rafael.barreto@ufms.br)

## Resumo

Os fertilizantes potássicos provêm de fontes não renováveis sujeitas a escassez. Uma alternativa para a redução da adubação de potássio (K) é o uso de elementos que atenuem danos causados pela deficiência desse macronutriente e aumentem a sua eficiência de uso. Apesar do sódio (Na) e do silício (Si) serem relatados como benéficos para as plantas deficientes em K, a relação destes com a nutrição e a qualidade de hortaliças folhosas como a rúcula ainda é desconhecida. Nesse estudo, objetivamos verificar os efeitos do Na e do Si sobre parâmetros nutricionais, fisiológicos, de crescimento e de qualidade da rúcula em condições de deficiência e de suficiência de K. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação em sistema hidropônico com fornecimento de solução nutritiva para plantas cultivadas em areia como substrato. Os tratamentos foram: suficiência de K (+K), suficiência de K mais Na (+K +Na), suficiência de K mais Si (+K +Si), deficiência de K (-K), deficiência de K mais Na (-K +Na) e deficiência de K mais Si (-K +Si) dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. Foram realizadas avaliações de aspectos fisiológicos, bioquímicos e de crescimento das plantas de rúcula. A oferta de Si aumentou a produção de compostos não-enzimáticos: fenóis totais, ácido ascórbico e carotenoides das plantas com deficiência de K. O Na aumentou os conteúdos de clorofila total e a eficiência quântica do fotossistema II de plantas com deficiência de K. O Si na solução nutritiva deficiente em K se destacou em comparação ao Na para o aumento da eficiência de uso de K. Os dois elementos atenuaram os danos causados pela deficiência de K e melhoraram a qualidade da rúcula. Contudo, o Si atenuou todos os danos causados pela deficiência de K, por conta disso, entre Na e Si, preferível que o Si seja ofertado para as plantas de rúcula deficiente em K constituindo estratégia inovadora para o cultivo sustentável desta espécie.

**Palavras-chave:** nutrição de plantas; elemento benéfico; *eruca sativa* mill.

## Resumen

Los fertilizantes potásicos provienen de fuentes no renovables sujetas a escasez. Una alternativa para reducir la fertilización con potasio (K) es el uso de elementos que mitiguen el daño causado por la deficiencia de este macronutriente y aumenten su eficiencia de uso. Aunque se reporta que el sodio (Na) y el silicio (Si) son beneficiosos para las plantas con deficiencia de K, aún se desconoce su relación con la nutrición y la calidad de los vegetales de hojas como la rúcula. En este estudio se tuvo como objetivo verificar los efectos del Na y Si sobre parámetros nutricionales, fisiológicos, de crecimiento y de calidad de la rúcula en condiciones de deficiencia y suficiencia de K. El experimento se realizó en invernadero en un sistema hidropónico con aporte de K nutritivo para plantas cultivadas en arena como sustrato. Los tratamientos fueron: suficiencia de K más Na (+K), suficiencia de K más Na (+K +Na), suficiencia de K más Si (+K +Si), deficiencia de K (-K), deficiencia de K más Na (-K + Na) y deficiencia de K más Si (-K +Si) dispuestas en un diseño completamente al azar, con seis repeticiones. Se realizaron evaluaciones de aspectos fisiológicos, bioquímicos y de crecimiento de plantas de rúcula. El suministro de Si incrementó la producción de compuestos no enzimáticos: fenoles totales, ácido ascórbico y carotenoides en plantas deficientes en K. Na incrementó el contenido total de clorofila y la eficiencia cuántica del fotosistema II en plantas deficientes en K. El Si en la solución nutritiva deficiente en K se destacó

en comparación con Na para aumentar la eficiencia en el uso de K. Ambos elementos atenuaron el daño causado por la deficiencia de K y mejoraron la calidad de la rúcula. Sin embargo, el Si atenuó todo el daño causado por la deficiencia de K, por lo que, entre Na y Si, es preferible ofrecer Si a las plantas de rúcula deficientes en K, constituyendo una estrategia innovadora para el cultivo sustentable de esta especie.

**Palabras clave:** nutrición vegetal; elemento beneficioso; *eruca sativa* mill.

## Abstract

Potassium fertilizers come from non-renewable sources subject to scarcity. An alternative for reducing potassium (K) fertilization is the use of elements that mitigate the damage caused by the deficiency of this macronutrient and increase its use efficiency. Although sodium (Na) and silicon (Si) are reported to be beneficial for plants deficient in K, their relationship with the nutrition and quality of leafy vegetables such as arugula is still unknown. In this study, we aimed to verify the effects of Na and Si on nutritional, physiological, growth and quality parameters of arugula under conditions of K deficiency and sufficiency. The experiment was carried out in a greenhouse in a hydroponic system with supply of K nutrient for plants grown in sand as a substrate. The treatments were: K plus Na sufficiency (+K), K plus Na sufficiency (+K +Na), K plus Si sufficiency (+K +Si), K deficiency (-K), K plus Na deficiency (-K +Na) and K plus Si deficiency (-K +Si) arranged in a completely randomized design, with six replications. Evaluations of physiological, biochemical and growth aspects of arugula plants were carried out. Si supply increased the production of non-enzymatic compounds: total phenols, ascorbic acid and carotenoids in K-deficient plants. Na increased total chlorophyll contents and photosystem II quantum efficiency in K-deficient plants. Si in the K-deficient nutrient solution stood out compared to Na for increasing K-use efficiency. Both elements attenuated the damage caused by K deficiency and improved arugula quality. However, Si attenuated all the damage caused by K deficiency, therefore, between Na and Si, it is preferable that Si be offered to arugula plants deficient in K, constituting an innovative strategy for the sustainable cultivation of this species.

**Keywords:** plant nutrition; beneficial element; *Eruca sativa* Mill.

## Introdução

O potássio (K) é um recurso essencial para garantir altas produtividades agrícolas e a segurança alimentar. Porém, a diminuição das reservas de sais de K e o aumento do preço das fontes indicam preocupações com um cenário de escassez, principalmente em países que dependem da importação de fertilizantes potássicos (SIPERT; NASCIMENTO, 2020) e a ocorrência de guerras como da Ucrânia induz mais instabilidades no mercado mundial dos fertilizantes. O K está presente em funções vitais dos seres vivos (BRITTO et al., 2021; Johnson et al., 2022). Nas plantas, apesar de não desempenhar função estrutural, o K participa na conformação de moléculas



aumentando a exposição aos sítios ativos, além de promover a regulação osmótica, a expansão e o turgor das células (PRADO, 2021).

As hortaliças são alimentos importantes para a segurança alimentar por apresentarem um alto valor nutricional (ROUPHAEL et al. 2018), pois contém diversos minerais essenciais para a saúde humana e compostos antioxidantes (KU et al., 2016), a exemplo dos compostos fenólicos e ácido ascórbico. Diante da importância do K nesta espécie novas alternativas têm sido discutidas para aumentar a eficiência de uso deste elemento pelas plantas e ao mesmo tempo atender sua demanda nutricional. No entanto, o desafio é que isso precisa ocorrer em condição de uma menor oferta de K e essa nova abordagem vem sendo pesquisadas a partir do uso de elementos benéficos como o sódio (Na) (BARRETO et al. 2022) e o silício (Si) (CHEN et al. 2016).

O Na tem sido relatado como um elemento atenuador de deficiência de K para algumas espécies vegetais, ou seja, na oferta reduzida de K, o Na exerce algumas das funções do K, como a osmose nos vacúolos celulares (KRONZUCKER et al., 2013). No entanto, em condições de suficiência de K e presença do Na, podem ocorrer danos no metabolismo como a diminuição de pigmentos fotossintéticos e da área foliar, e conseqüentemente da massa seca das plantas de couve (BARRETO et al., 2022), mas faltam pesquisas em outras espécies pois o fator genético afeta a tolerância das plantas ao Na (PRADO, 2021).

Nesse contexto, o Si também tem sido relatado na literatura como um elemento benéfico para plantas (LIANG et al., 2015), desses benefícios, tem-se a participação no ajuste da regulação osmótica (AHIRE et al., 2021) uma das funções desempenhada pelo K (KUMAR et al., 2020; Prado, 2020). Além de possibilitar a eficiência do uso de nutrientes em plantas, como o uso eficiente do K (BARRETO et al., 2022).

Para avançar nas pesquisas para maior compreensão da sinergia ou não do K especialmente em sub-dose com elementos benéficos para cultivo mais eficiente e sustentável da rúcula é importante ter respostas para algumas hipóteses como: i) o uso de Na e de Si na solução nutritiva atenuam os sintomas da deficiência de K em rúcula, em especial o Si, devido a sua atuação em maior intensidade nos processos fisiológicos da planta; ii) na rúcula em condição de suficiência nutricional de K, o acréscimo de Si na solução nutritiva seja indiferente e o de Na já prejudica o

crescimento das plantas. Para testar essas hipóteses foi realizada essa pesquisa objetivando-se verificar os efeitos do Na e do Si nanoparticulado sobre os aspectos nutricionais, fisiológicos e de crescimento e de qualidade da rúcula em condições de deficiência e de suficiência de K.

## Referencial teórico

A rúcula apresenta em sua composição diversos minerais essenciais para a saúde humana, além destes nutrientes apresenta uma quantidade de carboidratos e lipídeos relevantes, assim como compostos antioxidantes como fenóis e vitamina C (KU et al., 2016). No entanto, a adubação potássica influencia diretamente no incremento desses compostos (LOMBARDO et al., 2015).

A diminuição do uso do K nos cultivos tem implicações ambientais, pois, provém de um recurso natural não renovável e econômicas dado elevado custo dos fertilizantes devido a pouca oferta, visto que existem poucos países produtores desse nutriente no mundo e com surgimento de instabilidades geopolíticas pode agravar sua disponibilidade no mercado (SOUMARE et al., 2022).

O Na é um elemento benéfico para as plantas, pois, em baixas concentrações seus efeitos benéficos são evidenciados (ROUPHAEL et al., 2018). Nesse contexto, existe uma classificação quanto a tolerância à salinidade em que plantas que toleram altas concentrações de Na são ditas como halófitas (FLOWERS; COLMER, 2015) e as que são sensíveis à salinidade são classificadas como glicófitas (BARROS et al., 2021), estando entre glicófitas a rúcula, pois em altas concentrações de sais ( $> 200 \text{ mol.L}^{-1} \text{ NaCl}$ ) têm-se a redução da matéria seca das plantas (PETRETTO et al., 2019).

Estudos recentes indicam que o Si em fontes convencionais como silicato de potássio ou silicato de sódio atenua deficiência de K em plantas de quinoa (SALES et al., 2021), em forrageiras (BUCHELT et al., 2020), feijão (SARAH et al., 2021) e milho (SARAH et al., 2022), mas ainda não foi estudado em rúcula e especialmente com fontes inovadoras do Si como nanosilica. As nanopartículas de sílica podem permitir uma maior absorção do Si pelas plantas quando comparadas a sílica não nanoparticuladas (RASTOGI et al., 2019), pois, baixas concentrações de nanopartículas de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) possibilitam um bom crescimento e desenvolvimento de plantas (KARIMI; MOHSENZADEH, 2016). Isso ocorre porque

materiais nanoparticulados apresentam um tamanho menor de partículas que os convencionais, permitindo que as plantas absorvam de forma rápida pelo aumento da superfície de contato e reatividade das partículas (SIDDIQUI et al., 2020).

## Metodologia

O experimento foi desenvolvido em sistema hidropônico com uso de areia lavada com substrato na casa de vegetação da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Brasil, no período de abril a agosto de 2022.

A semeadura de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) cultivar cultivada foi realizada com vinte sementes por vaso a 0,5 cm de profundidade. Posteriormente, aos doze dias após a semeadura, o raleio foi realizado mantendo dez plantas por vaso. Durante o período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ar na casa de vegetação foram monitoradas e registradas diariamente após a emergência das plantas com auxílio de um sensor termo-higrômetro. A variação de temperatura do ar dentro da casa de vegetação foi de máxima 49.3°C, mínima 7° C e média de 27.3°C. A umidade relativa do ar variou de máximo 90%, mínimo 32% e média 50.6%.

Os tratamentos foram fornecidos com a aplicação da solução nutritiva via substrato. Foi utilizada a solução de Hoagland e Arnon (1950), diluída a 50% e com modificações, conforme os tratamentos (Tabela 1).

**Tabela 1:** Composição da solução nutritiva com os tratamentos estudados.

Fertilizantes	+K -Na	+K + Na	- K +Na	-K -Na	+K +Si	-K +Si
Mol L <sup>-1</sup>			mL L <sup>-1</sup>			
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.5	0.5	-	-	0.5	-
MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	-	-	1.0	1.0	-	1.0
KCl	2.5	2.5	1.5	1.5	2.5	1.5
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	0.5	0.5	-	0.5
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	-	-	1.0	1.0	-	1.0
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.0	1.0	-	-	1.0	-
MgNO <sub>3</sub> 6H <sub>2</sub> O	1.0	1.0	-	-	1.0	-
NaCl	-	2.0	2.0	-	-	-
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	2.25	2.25	2.5	2.5	2.25	2.5
CaCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O	0.25	0.25	-	-	0.25	-
SiO <sub>2</sub> Nano	-	-	-	-	0.33	0.33
Micronutrientes*	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fe-EDDHA**	1	1	1	1	1	1
------------	---	---	---	---	---	---

(\*) Em 1L: 2.86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1.81 g MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O; 0.22 g ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0.04 g CuCl<sub>2</sub>; 0.02 g H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O.

(\*\*) Fe-EDDHA com 6% de Fe (83.33 g L<sup>-1</sup>).

### **Elaboração da solução nutritiva**

A solução nutritiva foi preparada com água deionizada, a qual apresentava o valor pH próximo à neutralidade. Após o preparo da solução nutritiva, o valor pH era corrigido para 5,5- 6,0 com solução de ácido clorídrico. Esta solução foi adicionada com o cuidado para não diminuir o pH para valores inferiores a 5,5.

### **Delineamento experimental e tratamentos**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições. Duas vezes por semana, os vasos foram trocados de posição de forma aleatória como medida preventiva para evitar possíveis influências mínimas de intensidade luminosa provocado pela estrutura da casa de vegetação (BANZATO E KRONKA, 2013).

Os tratamentos foram: suficiência de K (+K), suficiência de K mais Na (+K +Na), suficiência de K mais Si (+K +Si), deficiência de K (-K), deficiência de K mais Na (-K +Na) e deficiência de K mais Si (-K +Si). A concentração de K nos tratamentos com +K e -K foi de 3,0 mmol L<sup>-1</sup> e 1,5 mmol L<sup>-1</sup>, respectivamente.

A concentração de 3,0 mmol L<sup>-1</sup> foi definida considerando-se 50% da recomendação de Hoagland e Arnon (1950), que resultou em bom desenvolvimento das plantas de feijão-vagem (Osório et al. 2020). A metade dessa concentração, isto é, 1,5 mmol L<sup>-1</sup> foi utilizada para induzir a deficiência de K, 18 dias após a emergência da planta. Anterior a isso, as plantas receberam 1,0 mmol L<sup>-1</sup> de K. Nos tratamentos com o Na, foi utilizada a concentração de 2 mmol L<sup>-1</sup>. Essa concentração foi definida por atenuar a deficiência de K em plantas de couve (Barreto et al. 2022). Nos tratamentos com Si, a concentração foi de 2,0 mmol L<sup>-1</sup>. Essa concentração foi escolhida por ter atenuado a deficiência de K em plantas de manjeriço e de milho (BARRETO et al. 2022; SARAH et al. 2021).

A fonte de Si foi a nanossílica (Si: 168,3 g L<sup>-1</sup>; área superficial específica: 300 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>; pH: 10,5; densidade: 1,2 g cm<sup>-3</sup>; Na<sub>2</sub>O: 0,5%; viscosidade: 7 centi Poise - cP).

### **Avaliações de crescimento**

As amostras da parte aérea foram coletadas e obtidas a massa fresca em balança analítica de precisão. A parte aérea e as raízes das plantas foram coletadas e lavadas em água contendo detergente neutro (0,1%), solução de ácido clorídrico (0,3%) e água deionizada, secas em estufa de circulação forçada ( $65\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) até atingirem a massa constante para a obtenção da matéria seca da parte aérea e das raízes.

### **Avaliações de elementos químicos**

As amostras da parte aérea foram moídas em moinho tipo Wiley (Modelo MA 340) (MARCONI, Brasil) e utilizadas para determinar os teores de K, Na e Si. Os teores de Si foram obtidos conforme Kraska e Breitenbech (2010) e a leitura realizada no espectrofotômetro no comprimento de onda 420nm. A análise dos teores de K e do Na foi de acordo com Bataglia et al. (1983). Após análise química dos elementos, o acúmulo foi calculado, considerando o teor de K, Na e Si e a massa seca da parte aérea das plantas.

### **Eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm)**

Uma folha completamente desenvolvida de cada planta foi adaptada ao escuro e intensidade de saturação de 3.500  $\mu\text{mol}$  com auxílio de grampos acessórios por um período de trinta minutos. Com o auxílio do fluorômetro portátil (Os30P+, Opti-Sciences Inc., USA) foram realizadas as medições da fluorescência mínima para excitação da clorofila (F0) e da fluorescência máxima da excitação da clorofila (Fm) que originam a fluorescência variável (Fv), com esses resultados foi possível obter a eficiência máxima do fotossistema II, resultante da razão da Fv por Fm (Lichtenthaler et al., 2005).

### **Determinação de ácido ascórbico**

Amostras de folhas foram coletadas e colocadas imediatamente em banho de gelo. Após a coleta, obteve-se a massa das amostras em balança analítica de precisão. Em seguida, foram maceradas em almofariz e adicionados 5,0 mL de ácido oxálico (0,5%) em  $\pm 15^{\circ}\text{C}$  até homogeneizar, após homogêneo, adicionado mais 5 mL de ácido oxálico (0,5%) e filtrado com papel filtro em um Becker.

O extrato filtrado foi quantificado em triplicata, retiraram-se 1,0 mL do extrato e adicionamos 4,0 mL de ácido oxálico (0,5%) filtrado. Assim que homogeneizados, foram tituladas com DFI – 2,6 dicloro – fenol indofenol a 0,02% (Solução de Tilman) até o ponto de viragem uma coloração róseo-claro. O cálculo do conteúdo de ácido ascórbico e a metodologia descrita está conforme Strohecker e Henning (1967).

### Fenóis totais

Coletaram-se 0,1 g da matéria fresca, considerando-se as folhas totalmente desenvolvidas. As amostras foram inseridas em tubos de ensaio de 15 mL, com 5 mL total de metanol. Os tubos estavam cobertos com papel alumínio e permaneceram em repouso no escuro em temperatura ambiente ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) durante 3 horas.

Após esse período foi realizada uma reação colorimétrica, utilizando 1 mL do extrato filtrado da amostra, acrescido de 10 mL de água deionizada e 0,5 mL de Folin–Ciocalteu (2N), posteriormente, manteve-se em repouso por 3 minutos. Sequencialmente, foi adicionado 1,5 mL de carbonato de sódio a 20% e mantido por 2 horas em temperatura ambiente. Depois de 2 horas com auxílio de espectrofotômetro (B442) as leituras foram realizadas no comprimento de onda de 765 nanômetros (nm). Os resultados foram calculados como Equivalente Ácido Gálico (EAG), dado em g EAG 100 g<sup>-1</sup>. Os procedimentos estão de acordo com Singleton e Rossi, 1965.

### Quantificação de clorofila e carotenoides

Discos foliares de folhas verdes maduras foram coletadas das plantas e adicionados a um tubo com 1,5 mL de solução de acetona a 80%, armazenado em local sem iluminação e refrigerado. Após a despigmentação completa dos discos, com auxílio de espectrofotômetro (DU 640, Beckman, EUA) e metodologia proposta por Lichtenthaler (1987), realizaram-se as releituras em 663 nanômetros (nm) para a clorofila a, 647 nm para clorofila b e 470 nm para carotenoides.

### Índice de firmeza das folhas

Foi coletada a terceira folha totalmente expandida da rúcula e as medições foram realizadas em três pontos próximos ao centro no limbo foliar e evitada a nervura principal (CALBO et al. 2010). Para isso, o equipamento utilizado foi o penetrômetro

digital de 5 a 200 Newton (N) com precisão de  $\pm 1$  N (Impac, Modelo IP-90DI, São Paulo, SP, Brasil) com ponteira de 8mm.

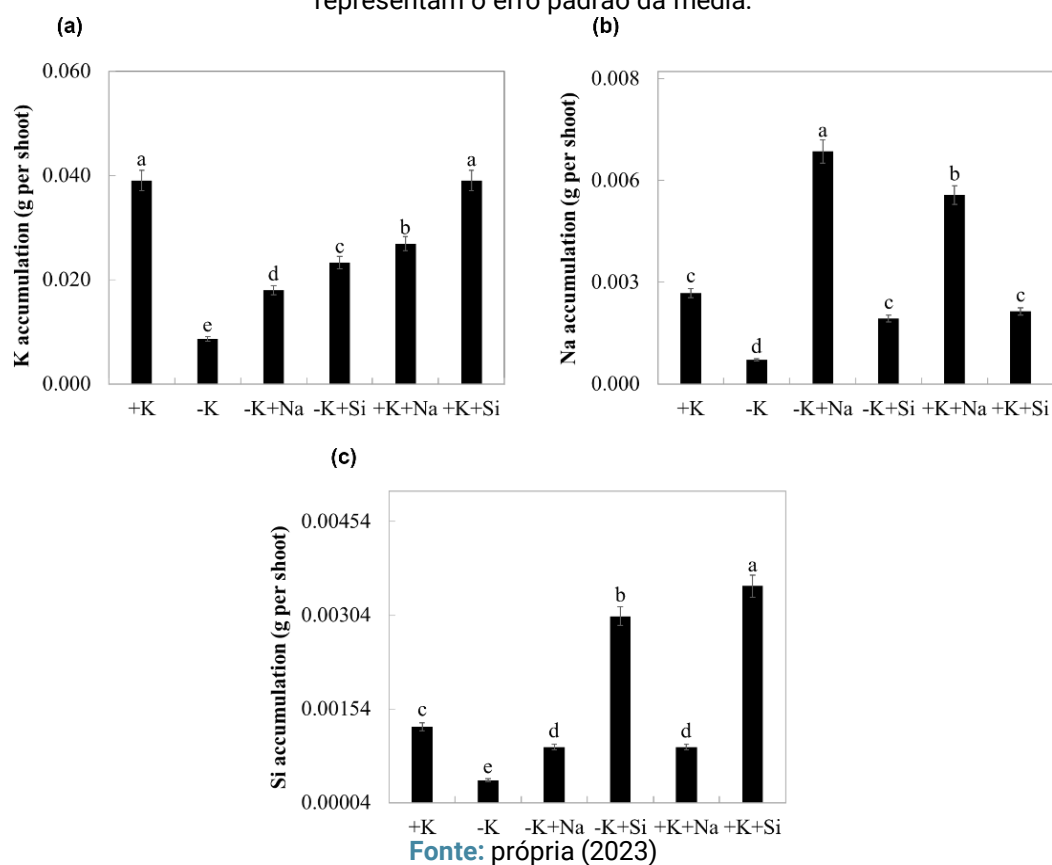
### **Forma de análise dos resultados**

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade das variâncias, atenderam aos pressupostos de distribuição normal, foram submetidos a análise de variância e realizado teste t (LSD) de comparação de médias a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no software estatístico R, versão 4.1.0 (TEAM, 2022) com uso do pacote Exp.Des.pt 1.2.0 (FERREIRA et al. 2018).

### **Resultados e discussão**

A quantidade de um nutriente na planta se refere ao acúmulo (PRADO, 2021). Assim, conforme esperado, evidenciou-se que a deficiência de K na solução nutritiva resultou em diminuição do acúmulo de K na parte aérea. No entanto, as plantas com deficiência de K quando ofertado o Na e o Si apresentaram o aumento do acúmulo desse nutriente (Fig. 1). Uma possível explicação para esse resultado com o fornecimento do Si, pode estar associado com o papel que o Si desempenha na sinalização de mecanismos de estresse levando a maior concentração do macronutriente no xilema (ALI et al. 2020). O aumento do acúmulo de K pela oferta do Na com menos K pode ter ocorrido por esse elemento ter favorecido a maior absorção do macronutriente (BRITTO et al. 2021) pelo canal de maior afinidade, ao ativar o carregador HKT1 nas raízes (RUBIO et al. 1995).

**Figura 01:** Acúmulo de K (a), acúmulo de Na (b) e acúmulo de Si na parte aérea (c) da rúcula cultivada na suficiência de K (+K), deficiência de K (-K), deficiência de K mais Na (-K +Na), deficiência de K mais Si (-K+Si), suficiência de K mais Na (+K +Na) e suficiência de K mais Si (+K +Si). Letras diferentes indicam diferenças entre os tratamentos pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média.

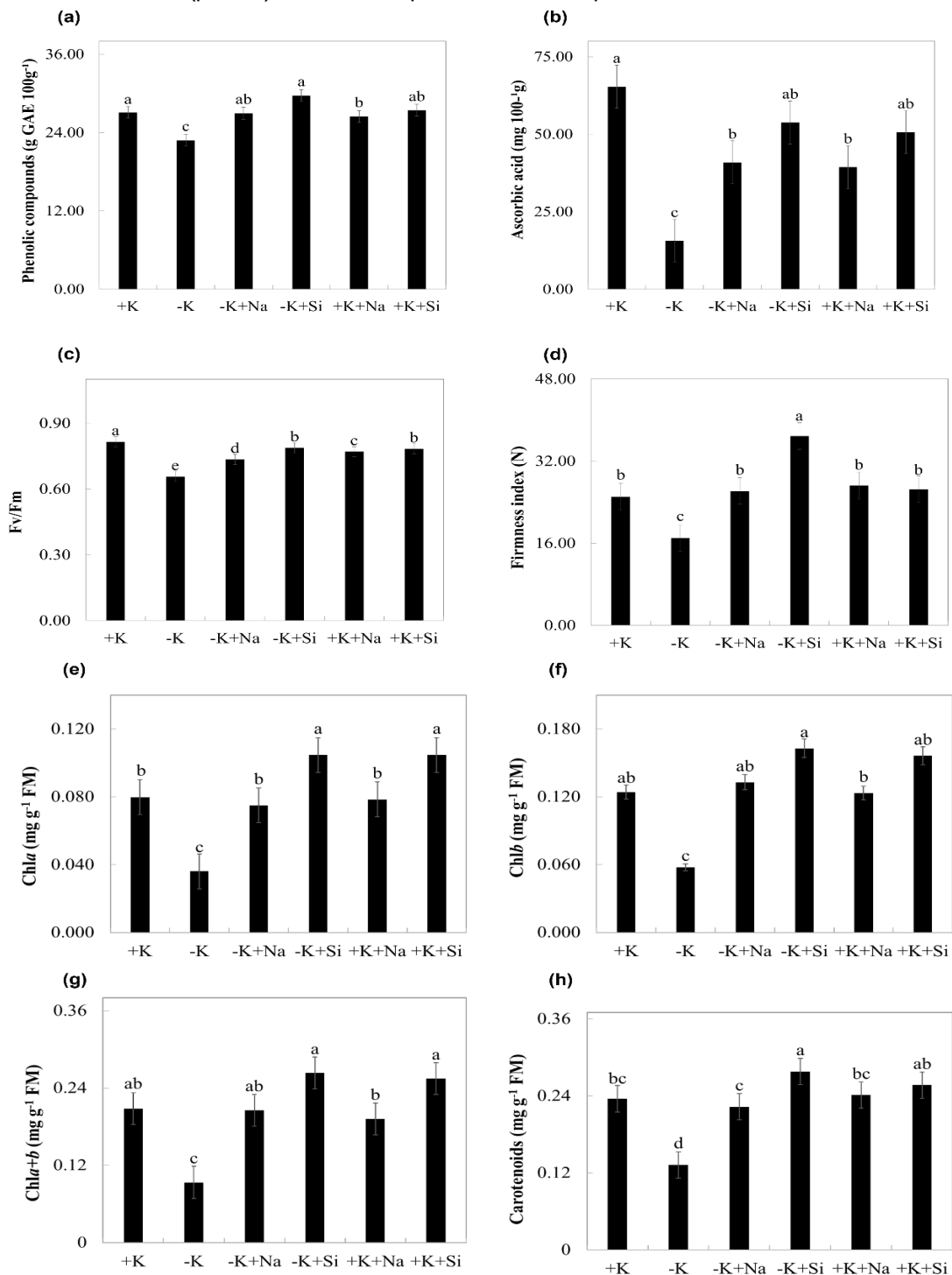


Os compostos antioxidantes como fenóis totais e ácido ascórbico atuam nas células contra a ação de espécies reativas de oxigênio (ERO) e peroxidação lipídica, conseqüentemente auxiliam na manutenção da integridade celular (SHARMA et al. 2019). O incremento de compostos fenólicos e ácido ascórbico nas plantas deficientes de K na presença do Si (Fig.2 a, b) pode ser compreendido devido esse elemento ter sua maior evidência em condição estressante, como as plantas deficientes em K, atuando na biossíntese do antioxidante fenol (LUYCKX et al. 2017) e aumento do ácido ascórbico quando há estresse oxidativo (SANTOS et al. 2022; SOUZA et al. 2019).



**Figura 02:** Fenóis totais (a), ácido ascórbico (b), eficiência quântica do fotossistema II (c, Fv/Fm) e índice de firmeza das folhas (d), clorofila a (Chla, e), clorofila b (Chlb, f) clorofila total a+b (Chla+b, g), carotenoides (h) de rúcula cultivada na suficiência de K (+K), deficiência de K (-K), deficiência de K mais Na (-K +Na), deficiência de K mais Si (-K +Si), suficiência de K mais Na (+K +Na) e suficiência de K mais Si (+K +Si).

Letras diferentes indicam diferenças entre os tratamentos pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média.



Fonte: própria (2023)

O acréscimo dos pigmentos fotossintetizantes (Fig. 2e,f,g,h) e também da Fv/Fm pela presença do Na na solução nutritiva com menos K (Fig. 2c), pode ter

possibilitado a maior biossíntese de ácido ascórbico (Fig. 2b) por este composto estar associado a fotossíntese (ISHIKAWA et al. 2006), processo que promove o metabolismo de carboidratos disponibilizando no citosol precursores como a frutose-6-fosfato uma hexose necessária para início da biossíntese de ácido ascórbico na planta (ASENSI-FABADO; MUNNE-BOSCH, 2010).

Cabe destacar que a eficiência fotoquímica das plantas vem sendo mensurada por meio da fluorescência da clorofila resultante do rendimento quântico máximo para o fotossistema II (PSII) por meio das razões  $F_v/F_m$  (LICHTENTHALER et al., 2005), que são descritas com uma faixa adequada compreendidas entre 0,7 a 0,9 (ROHÁČEK, 2002). As rúculas cultivadas com deficiência de K apresentaram redução da  $F_v/F_m$  (0,65) quando comparadas às suficientes em K (0,82), apesar disso, o fornecimento do Na e do Si para as plantas com menos K proporcionaram o aumento de 14% e 22%, respectivamente (Fig. 2c), reforçando que houve melhoria relevante da eficiência quântica do fotossistema II (ROHÁČEK, 2002).

A firmeza das folhas de rúcula selvagem foi relatada como um dos atributos relacionado a alta qualidade da espécie cultivada em sistema hidropônico (BONASIA et al. 2017). Curiosamente, nossos achados apresentaram o maior índice de firmeza nas folhas de rúcula cultivada na condição de deficiência de K e oferta do Si (Fig. 2d). No entanto, a rúcula pertence à família Brassicaceae relatadas como baixa acumuladora de Si (> 0,2%), mas a maior quantidade do Si é encontrada nas folhas de diferentes espécies, sem considerar as classificações quanto absorção do elemento (DESHMUKH et al. 2020) e isso se deve possivelmente a fonte Nanosilica utilizada que favoreceu a absorção do Si conforme comentado anteriormente. Entretanto, a firmeza ou dureza de folhas é descrita em espécies que acumulam o Si e estão associadas à deposição da sílica na parede celular ou entre a parede celular e a cutícula (EPSTEIN, 2009), mas essa deposição ainda é uma lacuna em plantas com baixo acúmulo do Si. Apesar disso, repolho, uma espécie também da família Brassicaceae, com deficiência em cálcio e suplementadas com o Si, teve aumento da firmeza das folhas (SILVA et al. 2021), fato também visto em folhas de alface que receberam o Si na solução nutritiva e ainda esteve associada a redução da transpiração e o aumento da turgidez das células (GALATI et al. 2015). Portanto, é notório que existe uma lacuna que precisa ser compreendida de como o Si atua no metabolismo da planta para garantir a firmeza

ou dureza das folhas, como já tem sido apontado por Tombeur et al. (2022), especialmente em espécies não acumuladoras do elemento.

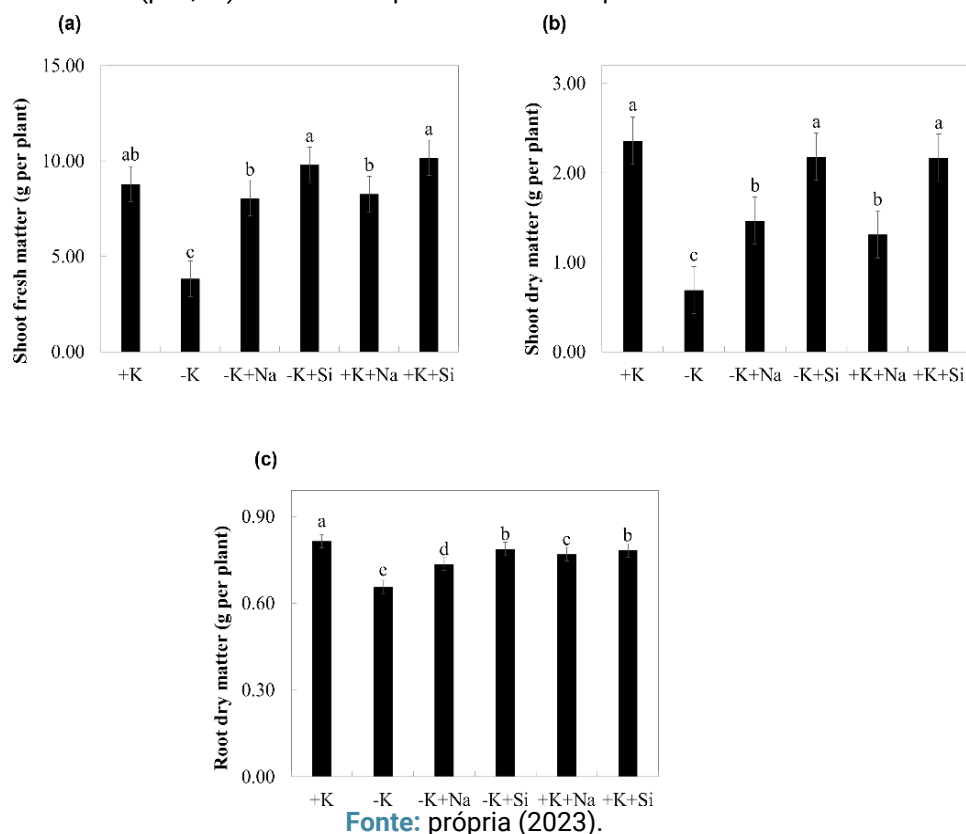
A deficiência de K promove danos nas membranas internas das clorofilas (JOHNSON et al. 2022), ocasionando a desestruturação das lamelas de granum e dos estromas, conseqüentemente danificando a integridade e a funcionalidade dos cloroplastos (TRÄNKNER et al. 2018). Além disso, alto conteúdo de ERO nas plantas são descritos em condição de baixo suprimento de K (JOHNSON et al. 2022) e estão associadas a oxidação e danos em membranas (MITTLER et al. 2022). Embora a rúcula com menos K tenha apresentado redução dos pigmentos fotossintetizantes, ao fornecer o Na e o Si na solução nutritiva para essas plantas houve o aumento da clorofila a, b e dos carotenoides (Fig. 2e,f,g,h). Portanto, na presença de Si podemos compreender esses aumentos com o auxílio desse elemento em mecanismos contra ERO, que podem diminuir danos nas membranas dos tilacoides e proporcionar melhorias na transferência de elétrons entre os fotossistemas (RASTOGI et al. 2021). E na deficiência de K com oferta do Na, esse aumento pode ser explicado devido o auxílio desse elemento na síntese das clorofilas, apesar dessa função estar descrita para espécies C4 (WAKEEL et al. 2011), mas ainda requer investigações para outros metabolismos de plantas e em condição de deficiência de K.

Em plantas com deficiência de K a diminuição do crescimento e do desenvolvimento ocorre por diversos fatores como a diminuição da produção de fotoassimilados por consequência de danos no metabolismo (PETTIGREW, 2008), como efeitos deletérios na fotossíntese (RAWAT et al. 2022). No entanto, ficou evidente que na presença do Na e do Si na solução nutritiva com menos K houve aumento no crescimento das plantas (Fig. 3), associado com o aumento das variáveis: fenóis, ácido ascórbico, Fv/Fm, pigmentos fotossintetizantes, no presente estudo (Fig. 2 e 3) e conforme indicado por Dhakate et al. (2022).

A rúcula é uma hortaliça consumida principalmente como salada fresca devido seu alto teor nutricional (TASSI et al. 2018; GATO et al. 2023). Portanto, os danos causados no metabolismo das plantas deficientes em K ocasionaram a redução do produto comercial da hortaliça, a massa fresca das plantas (Fig. 3a), assim como diminuiu a massa seca da parte aérea e raízes (Fig. 3b, c) e isso refletiu em sintomas característicos na planta. Os sintomas visuais de deficiência de K como clorose na

ponta das folhas que evoluem para necroses na margem, por conta da redução da quantidade do macronutriente no ápice do limbo foliar em comparação com a base (UENO et al. 2018).

**Figura 03:** Massa fresca da parte aérea (a), massa seca da parte aérea (b) e massa seca da raiz (c) de rúcula cultivada na suficiência de K (+K), deficiência de K (-K), deficiência de K mais Na (-K +Na), deficiência de K mais Si (-K +Si), suficiência de K mais Na (+K +Na) e suficiência de K mais Si (+K +Si). Letras diferentes indicam diferenças entre os tratamentos pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). As barras representam o erro padrão da média.



Apesar dos prejuízos da deficiência de K na rúcula, mas quando ofertado o Na e o Si para as plantas com essa condição, foi observado melhorias fisiológicas e nutricionais discutidas anteriormente e conseqüentemente incrementou a biomassa das plantas constituindo primeiro relato para o cultivo sustentável desta hortaliça.

Cabe destacar ainda que em plantas de rúcula cultivada com a suficiência de K com oferta de Na em relação a planta com a suficiência de K causou danos na planta ao diminuir processo de absorção e eficiência de uso do K pela planta e conseqüentemente compostos antioxidantes, Fv/Fm e a produção de massa seca da planta. Pode ter havido efeito salino dado os prejuízos fisiológicos indicados (HURTADO et al., 2020) e essa espécie pode ser pouco tolerante a esse efeito. No entanto, o acréscimo de Si em plantas com solução nutritiva suficiente de K não

prejudicou, mas não favoreceu a absorção e a eficiência de uso do K e a produção de massa seca da planta. Portanto, descobrimos que o fornecimento do Na é bem mais danoso que o Si e não justifica o uso destes elementos para o cultivo desta espécie na situação ótima para o K.

De forma geral as perspectivas futuras desta pesquisa contemplam muitos benefícios práticos para sistema de produção desta hortaliça. É possível cultivo da rúcula com aumento da receita líquida do produtor por diminuir uso do K a partir da adoção do uso de elementos benéficos Na e Si e ainda com ganhos ambientais preservando mais as jazidas de K e sem perdas na produção comercial de massa fresca da cultura comparado as plantas com suficiência de K. É possível ainda ampliar o benefício especialmente na opção do uso do Si pois aumentou a rigidez do tecido foliar e isso pode implicar na melhoria na qualidade pós-colheita da rúcula pois pode diminuir a perda de água do tecido vegetal aumentando tempo para comercialização visto em acelga e couve por Souza et al., (2019), fatos que precisam serem investigados em outras espécies. A melhoria nutricional da rúcula com menos K sob aplicação de Si deve refletir na saúde humana de diferentes formas como aumento de compostos antioxidantes, a biofortificação de Si por ser um nutriente para nutrição humana e especificamente para a saúde de pacientes com doença renal crônica que segundo Kelly et al. (2017) exigem dietas com restrição ao K.

## Conclusões

Ao fornecer o Na e principalmente o Si na solução nutritiva para plantas com deficiência de K é possível aumentar o acúmulo e a eficiência de uso do K. O uso dos elementos benéficos, especialmente Si, possibilita a atenuação dos danos no metabolismo das plantas causados pela deficiência de K, a exemplo do aumento dos compostos antioxidantes que atuam na proteção das plantas como fenóis e ácido ascórbico, aumento da Fv/Fm e dos pigmentos fotossintetizantes. Além disso, mantêm a qualidade do alimento, mesmo com baixa concentração de K, como o uso do Si que aumentou a firmeza das folhas, a massa fresca, os compostos fenólicos e compostos que fazem parte de vitaminas importantes para saúde humana como ácido ascórbico, da vitamina C e carotenoides provitamina A.

A pesquisa propõe que é viável o cultivo de rúcula com menor oferta de K quando suplementado com o Si, mas não recomenda a inclusão destes elementos em sistema de produção com adequada oferta de K.

## Referências

- ALI, N., RÉTHORÉ, E., YVIN, J. C., & HOSSEINI, S. A. The regulatory role of silicon in mitigating plant nutritional stresses. **Plants**, 9(12), 1779. 2020.
- ASENSI-FABADO, M. A., & MUNNE-BOSCH, S. Vitamins in plants: occurrence, biosynthesis and antioxidant function. **Trends in plant science**, 15(10), 582-592. 2010.
- BANZATO D.A, KRONKA S.N. **Experimentação Agrícola**. 4ª ed. Jaboticabal: Funep. P. 237. 2013.
- BARRETO, R. F., MAIER, B. R., PRADO R. DE M., MORAIS, T. C. B. DE, FELISBERTO, G. Silicon attenuates potassium and sulfur deficiency by increasing nutrient use efficiency in basil plants. **Scientia Horticulturae**, v.291, p.110616. 2022.
- BARRETO, R. F., PRADO, R. de M., BODELÃO, N. C., TEIXEIRA, G. C. M. Na improves the growth of K-deficient but not K-sufficient kale. **Food Chemistry**, v.370, p.131017. 2022.
- BARROS, N. L. F., MARQUES, D. N., TADAIESKY, L. B. A., SOUZA, C. R. B. DE. Halophytes and other molecular strategies for the generation of salt-tolerant crops. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.162, p.581-591. 2021.
- BATAGLIA, O. C., TEIXEIRA, J. P. F., FURLANI, P. R., FURLANI, A. M. C., GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1978.
- BONASIA, A., LAZZIZERA, C., ELIA, A., & CONVERSA, G. Nutritional, biophysical and physiological characteristics of wild rocket genotypes as affected by soilless cultivation system, salinity level of nutrient solution and growing period. **Frontiers in Plant Science**, 8, 300. 2017.
- BRITTO, D. T., COSKUN, D., KRONZUCKER, H. J. Potassium physiology from Archean to Holocene: A higher-plant perspective. **Journal of Plant Physiology**, v.262, p.153432. 2021.
- BUHELDT, A. C., TEIXEIRA, G. C. M., OLIVEIRA, K. S., ROCHA, A. M. S., DE MELLO PRADO, R., CAIONE, G. Silicon contribution via nutrient solution in forage plants to mitigate nitrogen, potassium, calcium, magnesium, and sulfur deficiency. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v.20, n.3, p.1532-1548. 2020.
- CALBO, A. G., FERREIRA, M. D., & PESSOA, J. D. C. A leaf lamina compression method

for estimating turgor pressure. **HortScience**, 45(3), 418-423. 2010.

DESHMUKH, R., SONAH, H., & BELANGER, R. R. New evidence defining the evolutionary path of aquaporins regulating silicon uptake in land plants. **Journal of experimental botany**, 71(21), 6775-6788. 2020.

EPSTEIN, E. Silicon: its manifold roles in plants. **Annals of applied Biology**, 155(2), 155-160. 2009.

FERREIRA, E.B, CAVALVANTI P.P, NOGUEIRA D.A ExpDes.pt: pacote experimental designs (Portuguese). **R package version 1.2.0**. Available in: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt> 2018.

FLOWERS, T. J., COLMER, T. D. Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. **Annals of botany**, v.115, n.3, p.327-331. 2015.

GATO, I. M. B., DA SILVA OLIVEIRA, C. E., OLIVEIRA, T. J. S. S., JALAL, A., DE ALMEIDA MOREIRA, V., GIOLO, V. M., ... & FILHO, M. C. M. T. Nutrition and yield of hydroponic arugula under inoculation of beneficial microorganisms. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, 1-16. 2023.

HURTADO, A. C., CHICONATO, D. A., DE MELLO PRADO, R., JUNIOR, G. D. S. S., GRATAO, P. L., FELISBERTO, G., ... & DOS SANTOS, D. M. M. Different methods of silicon application attenuate salt stress in sorghum and sunflower by modifying the antioxidative defense mechanism. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 203, 110964. 2020.

JOHNSON, R., VISHWAKARMA, K., HOSSEN, M. S., KUMAR, V., SHACKIRA, A. M., PUTHUR, J. T., MOHAMMAD, S. HASANUZZAMAN, M. Potassium in plants: Growth regulation, signaling, and environmental stress tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**. 2022.

KARIMI, J., MOHSENZADEH, S. Effects of silicon oxide nanoparticles on growth and physiology of wheat seedlings. **Russian Journal of plant physiology**, v.63, n.1, p.119-123. 2016.

LICHTENTHALER, U. External commercialization of knowledge: Review and research agenda. **International Journal of Management Reviews**, 7(4), 231-255. 2005.

KELLY, J. T., ROSSI, M., JOHNSON, D. W., & CAMPBELL, K. L. Beyond sodium, phosphate and potassium: potential dietary interventions in kidney disease. **In Seminars in Dialysis**, v. 30, n. 3, pp. 197-202. 2017.

KEYATA, E. O., TOLA, Y. B., BULTOSA, G., & FORSIDO, S. F. Proximate, mineral, and anti-nutrient compositions of underutilized plants of Ethiopia: Figl (*Raphanus sativus* L.), Girgir (*Eruca sativa* L) and Karkade (*Hibiscus sabdariffa*): Implications for in-vitro

KORNDÖRFER, G. H. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Instituto de

Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. 2004.

KRASKA, J. E., & BREITENBECK, G. A. Simple, robust method for quantifying silicon in plant tissue. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.41, n.17, p. 2075-2085. 2010.

KRONZUCKER, H. J., COSKUN, D., SCHULZE, L. M., WONG, J. R., BRITTO, D. T. Sodium as nutrient and toxicant. **Plant and soil**, v.369, n.1, p. 1-23. 2013.

KRONZUCKER, H. J., COSKUN, D., SCHULZE, L. M., WONG, J. R., BRITTO, D. T. Sodium as nutrient and toxicant. **Plant and soil**, v.369, n.1, p. 1-23. 2013.

KU, K. M., KIM, M. J., JEFFERY, E. H., KANG, Y. H., & JUVIK, J. A. Profiles of glucosinolates, their hydrolysis products, and quinone reductase inducing activity from 39 arugula (*Eruca sativa* Mill.) accessions. **Journal of agricultural and food chemistry**, v.64, n.34, p.6524-6532. 2016.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Methods in enzymology. **Academic Press**, v. 148. p. 350-382. 1987.

LUYCKX, M., HAUSMAN, J. F., LUTTS, S., & GUERRIERO, G. Impact of silicon in plant biomass production: focus on bast fibres, hypotheses, and perspectives. **Plants**, 6(3), 37. 2017.

MITTLER, R., ZANDALINAS, S. I., FICHMAN, Y., & VAN BREUSEGEM, F. Reactive oxygen species signalling in plant stress responses. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, 23(10), 663-679. 2022.

OSÓRIO, C. R. W. DE S., TEIXEIRA, G. C. M., BARRETO, R. F., CAMPOS, C. N. S., LEAL, A. J. F., TEODORO, P. E., PRADO, R. DE M. Macronutrient deficiency in snap bean considering physiological, nutritional, and growth aspects. **Plos one**, v.15, n.6, p.0234512. 2020.

PETRETTO, G. L., URGEGHE, P. P., MASSA, D., MELITO, S. Effect of salinity (NaCl) on plant growth, nutrient content, and glucosinolate hydrolysis products trends in rocket genotypes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.141, p.30-39. 2019.

PRADO, R. M. **Mineral nutrition of tropical plants**. Berna: Springer Nature, 2021.

RASTOGI, A., TRIPATHI, D. K., YADAV, S., CHAUHAN, D. K., ŽIVČÁK, M., GHORBANPOUR, M., EL-SHEERY, N. I., BRESTIC, M. Application of silicon nanoparticles in agriculture. **3 Biotech**, v.9, n.3, p. 1-11. 2019.

RAWAT, J., PANDEY, N., & SAXENA, J. Role of potassium in plant photosynthesis, transport, growth and yield. **Role of potassium in abiotic stress**, 1-14. 2022.

ROHÁČEK, K. (2002). Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions,



photosynthetic meaning, and mutual relationships. **Photosynthetica**, 40, 13-29. 2002.

ROUPHAEL, Y., PETROPOULOS, S. A., CARDARELLI, M., COLLA, G. Salinity as eustressor for enhancing quality of vegetables. **Scientia Horticulturae**, v.234, p.361-369. 2018.

RUBIO, F., GASSMANN, W., & SCHROEDER, J. I. Sodium-driven potassium uptake by the plant potassium transporter HKT1 and mutations conferring salt tolerance. **Science**, 270(5242), 1660-1663. 1995.

SALES, A. C., CAMPOS, C. N. S., DE SOUZA JUNIOR, J. P., DA SILVA, D. L., OLIVEIRA, K. S., DE MELLO PRADO, R., TEODORO, L. P. R. TEODORO, P. E. Silicon mitigates nutritional stress in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Scientific Reports**, v.11, n.1, p.1-16. 2021.

SANTOS, M. M. M. DOS, DA SILVA, G. P., PRADO, R. D. M., PINSETTA JUNIOR, J. S., MATTIUZ, B. H., & BRAUN, H. Biofortification of tomato with stabilized alkaline silicate and silicic acid, nanosilica, and potassium silicate via leaf increased ascorbic acid content and fruit firmness. **Journal of Plant Nutrition**, 45(6), 896-903. 2022.

SARAH, M. M. DOS S., PRADO, R. DE M., SOUZA JÚNIOR, J. P. DE, TEIXEIRA, G. C. M., DUARTE, J. C. DOS SANTOS, MEDEIROS, R. L. S. DE. Silicon supplied via foliar application and root to attenuate potassium deficiency in common bean plants. **Scientific Reports**, v.11, n.1, p.1-13. 2021.

SARAH, M. M. dos S.; PRADO, R. de M.; TEIXEIRA, G. C. M. SOUZA-JÚNIOR, J. P. de.; MEDEIROS, R. L. S. de BARRETO, R. F. Silicon supplied via roots or leaves relieves potassium deficiency in maize plants. **Silicon**, v.14, n.3, p.773-782. 2022.

SHARMA, A., SHAHZAD, B., REHMAN, A., BHARDWAJ, R., LANDI, M., & ZHENG, B. Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress. **Molecules**, 24(13), 2452. 2019.

SIDDIQUI, H., AHMED, K. B. M., SAMI, F., & HAYAT, S. Silicon nanoparticles and plants: Current knowledge and future perspectives. *Sustainable Agriculture Reviews 41: Nanotechnology for Plant Growth and Development*, 129-142. 2020.

SILVA, D. L. DA, DE MELLO PRADO, R., TENESACA, L. F. L., DA SILVA, J. L. F., & MATTIUZ, B. H. Silicon attenuates calcium deficiency by increasing ascorbic acid content, growth and quality of cabbage leaves. **Scientific Reports**, 11(1), 1770. 2021.

SINGLETON, V. L., ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v.16, n3, p.144-158. 1965.

SOUMARE, A., Djibril, S. A. R. R., & DIÉDHIOU, A. G. Potassium sources, microorganisms, and plant nutrition—challenges and future research directions: A review. **Pedosphere**. 2022.

SOUZA, J. Z. DE, PRADO, R. DE MELLO, SILVA, S. L. D. O., FARIAS, T. P., NETO, J. G., & SOUZA JUNIOR, J. P. D. Silicon leaf fertilization promotes biofortification and increases dry matter, ascorbate content, and decreases post-harvest leaf water loss of chard and kale. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 50(2), 164-172. 2019.

STROHECKER, R., HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 428p. 1967.

SUN, D., HUSSAIN, H. I., YI, Z., ROOKES, J. E., KONG, L., CAHILL, D. M. Mesoporous silica nanoparticles enhance seedling growth and photosynthesis in wheat and lupin. **Chemosphere**, v.152, p.81-91. 2016.

TEAM, R. Core. R: **A language and environment for statistical computing**. 2022.

TOMBEUR DE, F., RAVEN, J. A., TOUSSAINT, A., LAMBERS, H., COOKE, J., HARTLEY, S. E., ... & VIOLLE, C. Why do plants silicify?. **Trends in Ecology & Evolution**. 2022.

TRÄNKNER, M., TAVAKOL, E., & JÁKLI, B. Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. **Physiologia plantarum**, 163(3), 414-431. 2018.

UENO, H., MAEDA, T., KATSUYAMA, N., KATOU, Y., MATSUO, S., YANO, K., ... & IMANISHI, S. Cation measurements and gene expression analysis suggest tomato leaf marginal necrosis is caused by a jasmonate signal induced by K<sup>+</sup> starvation in the tip region of leaflets. **The Horticulture Journal**, 87(2), 206-213. 2018.

WAKEEL, A., FAROOQ, M., QADIR, M., & SCHUBERT, S. Potassium substitution by sodium in plants. **Critical reviews in plant sciences**, 30(4), 401-413. 2011.

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA  
PRODUÇÃO DE PROTEASES OBTIDAS DE UMA NOVA  
ESPÉCIE DE *Aspergillus ssp.* ISOLADO DO BIOMA  
CAATINGA-PE**

**APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS  
AGROINDUSTRIALES EN LA PRODUCCIÓN DE  
PROTEASA OBTENIDA DE UNA NUEVA ESPECIE DE  
*Aspergillus ssp.* AISLADO DEL BIOMA CAATINGA-PE**

**USE OF AGROINDUSTRIAL WASTE IN THE  
PRODUCTION OF PROTEASES OBTAINED FROM A NEW  
SPECIES OF *Aspergillus ssp.* ISOLATED FROM THE  
CAATINGA-PE BIOME**

**DOI:** <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.674-689>

**Luiz Henrique Svintiskas Lino**

Bolsista de pós graduação, Universidade de Pernambuco, [luiz.svintiskas@upe.br](mailto:luiz.svintiskas@upe.br)

**Pietra Gicia Oliveira Gomes da Silva**

Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco, [pietra.givcia@upe.br](mailto:pietra.givcia@upe.br)

**Mirthes Ferreira de Albuquerque**

Médica veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [mirthes.fa@gmail.com](mailto:mirthes.fa@gmail.com)

**Romero Marcos Pedrosa Brandão Costa**

Prof<sup>a</sup> Titular, Universidade de Pernambuco, [romero\\_brandao@yahoo.com.br](mailto:romero_brandao@yahoo.com.br)

**Daniela de Araújo Viana Marques**

Prof<sup>a</sup> Titular, Universidade de Pernambuco, [daniela.viana@upe.br](mailto:daniela.viana@upe.br)

## Resumo

As proteases são enzimas responsáveis por realizar a hidrólise das ligações peptídicas presentes nas proteínas. Essas enzimas foram as primeiras a serem exploradas no campo da biotecnologia e possuem uma ampla importância, sendo utilizadas em diversos setores, desde a fabricação de detergentes até o potencial uso na indústria farmacêutica. A produção em larga escala de proteases é realizada principalmente por microrganismos, destacando-se os fungos filamentosos. Esses fungos possuem a capacidade de secretar as enzimas para o meio extracelular, o que facilita o processo de purificação. Diante disso, o objetivo deste estudo foi produzir proteases a partir de um fungo filamentoso isolado do bioma Caatinga. Para este trabalho o fungo foi reativado da solução de óleo mineral em meio BDA (Batata – Dextrose – Ágar) sendo mantido por 7 dias a 30°C permitindo assim a esporulação. Os parâmetros utilizados para a fermentação em estado sólido foram de 10 gramas de farelo de trigo como substrato, pH 8,0 e 70% de umidade. Em seguida foi realizado a obtenção do extrato bruto, a precipitação com solventes orgânicos e as determinações da proteína e da atividade proteásica de todas as frações. A maior atividade proteásica foi obtida no tratamento com acetona com 100 U/mL e 247 µg/mL de proteínas. Portanto, o fungo isolado do bioma caatinga apresenta um grande potencial na produção de proteases.

**Palavras-chave:** enzimas; proteínas; fungos filamentosos.

## Resumen

Las proteasas son enzimas encargadas de llevar a cabo la ruptura hidrolítica de los enlaces peptídicos presentes en las proteínas. Estas enzimas fueron las primeras en ser exploradas en el campo de la biotecnología y tienen una gran importancia, siendo utilizadas en varios sectores, desde la fabricación de detergentes hasta su potencial uso en la industria farmacéutica. La producción a gran escala de proteasas la llevan a cabo principalmente microorganismos, especialmente hongos filamentosos. Estos hongos tienen la capacidad de secretar enzimas al medio extracelular, lo que facilita el proceso de purificación. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue producir proteasas a partir de un hongo filamentoso aislado del bioma caatinga. Para este trabajo se reactivó el hongo a partir de la solución de aceite mineral en medio PDA (Papa – Dextrosa – Agar), manteniéndose por 7 días a 30°C, permitiendo así la esporulación, los parámetros utilizados para la fermentación en estado sólido con salvado de trigo como sustrato y con parámetros de 10 gramos de salvado de trigo, pH 8,00 y 70% de humedad. Luego, se preparó el extracto crudo y se trató con solventes orgánicos. Y realizando la dosificación proteica, proteasa y actividad colagenolítica de todas las fracciones. La mayor actividad proteasa se obtuvo en el tratamiento con Acetona 100U/ml y la mayor actividad colagenolítica 41,96U/mg así como la menor dosificación de proteínas 0,247mg/ml. Por lo tanto, el hongo aislado del bioma caatinga tiene un gran potencial para producir proteasas.

**Palabras clave:** enzimas; proteínas; hongos filamentosos.

## Abstract

Proteases are enzymes responsible for carrying out the hydrolytic breakdown of

peptide bonds present in proteins. These enzymes were the first to be explored in the field of biotechnology and have a wide importance, being used in several sectors, from the manufacture of detergents to the potential use in the pharmaceutical industry. The large-scale production of proteases is carried out mainly by microorganisms, especially filamentous fungi. These fungi have the ability to secrete enzymes into the extracellular environment, which facilitates the purification process. Therefore, the objective of this study was to produce proteases from a filamentous fungus isolated from the caatinga biome. For this work, the fungus was reactivated from the mineral oil solution in PDA (Potato – Dextrose – Agar) medium, being kept for 7 days at 30°C, thus allowing sporulation, the parameters used for solid state fermentation with wheat bran as substrate and with parameters of 10 grams of wheat bran, pH 8.00 and 70% moisture. Then, the crude extract was prepared and treated with organic solvents. And carrying out the protein dosage, protease and collagenolytic activity of all fractions. The highest protease activity was obtained in the treatment with Acetone 100U/ml and the highest collagenolytic activity 41.96U/mg also the lowest dosage of proteins 0.247mg/ml. Therefore, the fungus isolated from the caatinga biome has a great potential for producing proteases.

**Keywords:** enzymes; proteins; filamentous fungi.

## Introdução

Estima-se que a produção mundial de resíduos agroindustriais atinja 1,3 bilhão de toneladas por ano, de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO). Além disso, cerca de um terço dos alimentos potencialmente destinados ao consumo humano é desperdiçado, seja como resíduos provenientes do processamento ou devido a perdas na cadeia produtiva (FAO 2018).

Dessa forma, as indústrias acabam descartando quantidades significativas de resíduos agroindustriais, porém, aproveitar esses resíduos é uma maneira de minimizar os impactos ambientais decorrentes do seu descarte inadequado. Além disso, esses resíduos podem se tornar matérias-primas interessantes para a produção de produtos com potencial valor agregado. Uma abordagem para o aproveitamento desses resíduos é o processo biotecnológico, que permite a produção de produtos como biocombustíveis (etanol, butanol e hidrogênio) e produtos químicos valiosos, tais como ácidos orgânicos (como ácido butírico, ácido succínico, ácido itacônico, ácido láctico, ácido fumárico e ácido málico), triacilgliceróis, polihidroxicarboxilatos e também enzimas como as proteases (MARZO et al., 2019).

As proteases são um grupo de enzimas de extrema importância, com aplicações abrangentes em diversos setores industriais, como têxtil, farmacêutico, alimentício e detergentes. Na indústria de alimentos, essas enzimas têm diversas

utilizações, tais como na panificação, onde contribuem para reduzir o tempo de mistura e facilitar a manipulação da massa. São empregadas na produção de laticínios para modificar as propriedades funcionais das proteínas do leite e acelerar o processo de cura do queijo. Além disso, as proteases são usadas para amaciar carnes, reduzir a turbidez causada por proteínas em sucos de frutas e bebidas alcoólicas, preparar hidrolisados de soja, gelatina e caseína, e também para a recuperação de proteína de carne. Possuem grande importância e aplicabilidade na indústria farmacêutica (LADEIRA et al. 2012; ORLANDELLI et al. 2012; SOUZA, 2015; JOHNSON et al. 2022; SMITH et al. 2023).

A utilização de processos fermentativos para obter enzimas proteolíticas apresenta vantagens em comparação às fontes animais e vegetais. Esses processos são mais econômicos, oferecem altos rendimentos e permitem a produção em larga escala. No entanto, os extratos fermentados podem conter outras biomoléculas, como outras enzimas, ácidos orgânicos, pigmentos e compostos fenólicos. A presença desses contaminantes pode afetar o potencial biotecnológico das enzimas e, conseqüentemente, sua viabilidade econômica. Portanto, é necessário adotar técnicas eficientes de extração e purificação que preservem a estrutura e funcionalidade nativa das enzimas (SOCCOL et al., 2017; MARZO et al., 2019; AMARAL et al., 2020). Desta forma, o trabalho teve como objetivo obter proteases produzidas por uma espécie de *Aspergillus* spp. isolado do bioma caatinga e purificar parcialmente através da técnica de precipitação.

## Referencial teórico

### Bioma Caatinga

A Caatinga é um bioma exclusivo do Brasil, localizado principalmente na região nordeste do país. É caracterizado por um clima semiárido, com longos períodos de seca e uma vegetação adaptada a essas condições extremas. Apesar das adversidades, a Caatinga abriga uma diversidade de microrganismos com potencial biotecnológico.

Os microrganismos isolados na Caatinga têm despertado interesse na área da biotecnologia devido à sua capacidade de produzir enzimas, metabólitos secundários e outros compostos com aplicações industriais e farmacêuticas. Esses

microrganismos têm sido objeto de estudos visando a descoberta de novos recursos biotecnológicos, como enzimas industriais, biocombustíveis, compostos antimicrobianos e antioxidantes (COSTA, M.S. et al 2018; COSTA, M.S. et al., 2022)

Uma pesquisa realizada por Pessoa Jr. et al. (2017) investigou isolados da Caatinga e identificou uma diversidade de bactérias e fungos com potencial biotecnológico. Os fungos filamentosos, em particular, têm sido objeto de estudos devido à sua capacidade de secretar enzimas extracelulares, facilitando sua aplicação industrial. Os pesquisadores destacaram a importância da preservação desse bioma para a conservação da biodiversidade microbiana e o potencial para o desenvolvimento de novas aplicações biotecnológicas.

Outro estudo realizado por Batista et al. (2020) isolou e caracterizou um fungo filamentoso da Caatinga, identificado como *Aspergillus tamarii*, que apresentou potencial para a produção de frutotransferase, uma enzima com aplicações na indústria de alimentos. Essa descoberta ressalta o potencial biotecnológico dos organismos isolados na Caatinga e sua capacidade de produzir enzimas de interesse industrial.

Essas pesquisas demonstram que a Caatinga é um importante reservatório de microrganismos com potencial biotecnológico e ressaltam a necessidade de preservação desse bioma para a descoberta de novos recursos biotecnológicos. A valorização da biodiversidade microbiana desse ecossistema pode contribuir para o desenvolvimento sustentável da região e oferecer oportunidades de inovação e avanços na indústria biotecnológica.

### **Resíduos agroindustriais**

O Brasil possui uma economia altamente dependente da agricultura e é um dos principais produtores mundiais de café, cana-de-açúcar, soja, trigo e outros produtos agrícolas. Essa atividade gera uma grande quantidade de resíduos e subprodutos. Apenas em 2019, foram produzidas cerca de 3 milhões de toneladas de café e 5,2 milhões de toneladas de trigo, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019). Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2019), aproximadamente 14% dos alimentos são

perdidos ou desperdiçados antes de chegar aos consumidores finais, e os cereais e leguminosas são os principais alimentos afetados por esse desperdício.

Os resíduos agroindustriais são gerados durante o processamento de alimentos, fibras, couro, madeira, produção de açúcar, álcool, entre outros. Esses resíduos podem ser líquidos (águas residuárias) ou sólidos, e sua produção é geralmente sazonal, dependendo da maturidade da cultura ou oferta de matéria-prima (DIAZ; BLANDINO; CARO, 2018; KUMAR; SINGH; KORSTAD, 2017; MARZO et al., 2019). Os resíduos orgânicos incluem rejeitos de culturas, dejetos animais e resíduos das agroindústrias, enquanto os resíduos inorgânicos são embalagens de agrotóxicos, fertilizantes e insumos farmacêuticos veterinários, além dos resíduos domésticos da área rural (BOSSA et al., 2019).

Apesar de não terem aplicação direta, esses resíduos são ricos em nutrientes essenciais para a síntese de produtos bioativos por microrganismos. Essa diversidade de subprodutos apresenta um potencial significativo para a produção de diferentes produtos (PANESAR et al., 2016).

### **Fermentação em estado sólido**

A produção de proteases por microrganismos pode ocorrer por meio de duas principais técnicas de fermentação: Fermentação Submersa (FS) e Fermentação em Estado Sólido (FES). Na FS, os microrganismos crescem em meios líquidos, enquanto na FES eles se desenvolvem em substratos sólidos com umidade suficiente para sustentar o crescimento dos organismos, especialmente fungos filamentosos (SOCCOL et al., 2017; SANTOS et al., 2018).

A principal diferença entre as duas técnicas está na quantidade de água livre presente. Na FS, a maior quantidade de água permite que os metabólitos sejam diluídos, o que pode tornar o processo de recuperação e purificação do produto (etapa de *downstream*) mais demorado e caro. Por outro lado, na FES, a menor quantidade de água reduz os custos de desidratação nas etapas finais do processo e também diminui o consumo de energia necessário para a esterilização, uma vez que é exigida menos energia para alcançar a temperatura de esterilização (TAVANO, 2017; SOCCOL et al., 2017).



Portanto, a escolha entre FS e FES na produção de proteases leva em consideração o custo, eficiência e características específicas do microrganismo produtor, bem como a viabilidade econômica e a qualidade do produto final (MANAN e WEBB, 2017; SOCCOL et al., 2017).

Vários estudos demonstraram que os fungos filamentosos são potenciais produtores de proteases na FES em comparação com a Fermentação Submersa (FS). Como exemplo, um estudo que utilizou o fungo *Aspergillus oryzae* e um substrato à base de bagaço de tomate obteve uma atividade enzimática de 21309 U/g na FES, enquanto na FS foi de 2343,5 U/g, o que significa que a FES foi cerca de 9 vezes mais eficiente. Outro estudo realizado com o fungo *A. oryzae* por Sandhya et al. (2005) mostrou uma produção de proteases 3,5 vezes maior na FES em comparação com a FS. Esses resultados evidenciam a eficiência da FES como uma técnica promissora para a produção de enzimas, especialmente quando utilizada com fungos filamentosos.

A FES oferece várias vantagens em relação aos processos fermentativos convencionais em meio líquido, como maior concentração celular, maior produtividade de metabólitos, menor consumo de água, menor geração de resíduos líquidos e menor custo operacional. Além disso, a FES permite a utilização de resíduos agrícolas e agroindustriais como fontes de carbono, contribuindo para a redução do desperdício e promovendo a sustentabilidade (SMITH, A.B., JOHNSON, C.D., 2020).

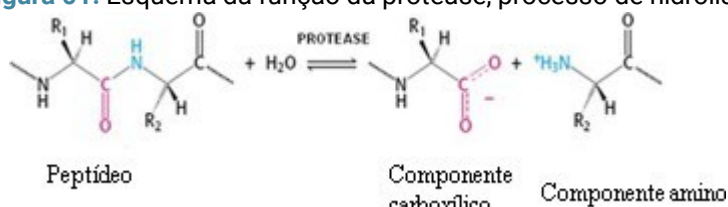
Diversos microrganismos têm sido utilizados na FES, incluindo fungos filamentosos, leveduras e bactérias. Entre eles, os fungos filamentosos são os mais comumente empregados devido à sua capacidade de se desenvolver em substratos sólidos e secretar uma variedade de enzimas (RODRIGUEZ, E.F., MARTINEZ, G.T. 2018).

## Proteases

As proteases são enzimas que catalisam a clivagem de ligações peptídicas, convertendo proteínas em peptídeos ou aminoácidos livres. Elas podem ser classificadas em endopeptidases e exopeptidases, de acordo com o modo de ação, e em diferentes grupos com base na estrutura química do centro ativo (SOUZA et al., 2015; TAVANO, 2017). A hidrólise enzimática de proteínas é uma alternativa mais

sustentável em comparação aos processos químicos, devido às condições suaves de pH e temperatura, menor consumo de água e energia, além do armazenamento mais eficiente e alta especificidade pelo substrato (AGUILAR e SATO, 2018; FIORMARKETS, 2019).

**Figura 01:** Esquema da função da protease, processo de hidrólise.



Fonte: BERG et al., 2004.

As proteases desempenham papéis vitais em processos metabólicos, como a digestão de proteínas, coagulação sanguínea e apoptose celular. Elas são encontradas em uma variedade de organismos, sendo os microrganismos a principal fonte de proteases industriais devido à facilidade de manipulação genética, crescimento rápido e produção em larga escala em fermentadores industriais (CHANGYOU-SHI et al., 2016; BATISTA et al., 2020).

Essas enzimas têm uma grande demanda comercial e são amplamente utilizadas em diversos setores industriais, como processamento de alimentos e bebidas, indústria farmacêutica, produção de biocombustíveis, produtos de limpeza, papel e couro, e biologia molecular. Exemplos de proteases de interesse comercial incluem proteases alcalinas para produtos de limpeza, collagenases e enzimas fibrinolíticas para aplicações farmacêuticas, e enzimas como a papaína para amaciamento de carnes (PESSOA-JR et al., 2020).

Prevê-se um aumento na demanda por proteases devido às suas inúmeras aplicações, e o mercado global de enzimas é esperado para apresentar um crescimento significativo até 2026, especialmente no segmento de microrganismos (FIORMARKETS, 2019).

#### Colagenase

As collagenases são enzimas responsáveis pela manutenção e regeneração de órgãos e tecidos. Elas têm a capacidade de clivar o colágeno nativo ou desnaturado em condições fisiológicas de pH e temperatura, tanto in vivo quanto in vitro. Essas enzimas não apresentam atividade em relação a outras proteínas (FERREIRA et al., 2016).

Fisiologicamente, as collagenases podem ser divididas em dois grupos: metalocollagenases, que são collagenases de vertebrados consideradas "verdadeiras"; e serinocollagenases, que têm a capacidade de clivar a porção não helicoidal do colágeno (OLIVEIRA et al., 2017; SORUSHANOVA et al., 2018). As metalocollagenases pertencem à família das metaloproteases e são capazes de degradar a matriz extracelular. Todas as enzimas dessa família são secretadas como pró-enzimas ligadas à membrana celular. Elas têm massa molecular entre 30 e 150 kDa e dependem de íons zinco e cálcio para se manterem estáveis. Essas enzimas estão envolvidas em diversos processos fisiológicos, como reparação tecidual e cicatrização de feridas (SORUSHANOVA et al., 2018).

As serinocollagenases, por sua vez, são geralmente ativas em pH alcalino e neutro, dependem de cálcio e têm massa molecular entre 24 e 30 kDa. Essas enzimas são capazes de clivar a tripla hélice de certos tipos de colágeno e estão relacionadas à produção de hormônios, degradação de outras proteínas e coagulação sanguínea (DABOOR et al., 2010; FERREIRA et al., 2016).

Ambos os tipos de collagenases desempenham papéis importantes em vários processos fisiológicos e têm potencial aplicação no desenvolvimento de pomadas tópicas ou biofilmes para regeneração dérmica ou aceleração da cicatrização de queimaduras (SORUSHANOVA et al., 2018).

## Metodologia

### Obtenção do fungo

Uma espécie de *Aspergillus spp.* isolados do bioma da Caatinga do Sertão pernambucano e foi isolada pelo método de esgotamento e seguiu para a Coleção de Culturas – MICOTECA URM do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco para identificação. Esse microrganismo está mantido em meio inclinado BDA (Batata Dextrose Agar) para a esporulação.

### Meio de manutenção e preparação do inóculo

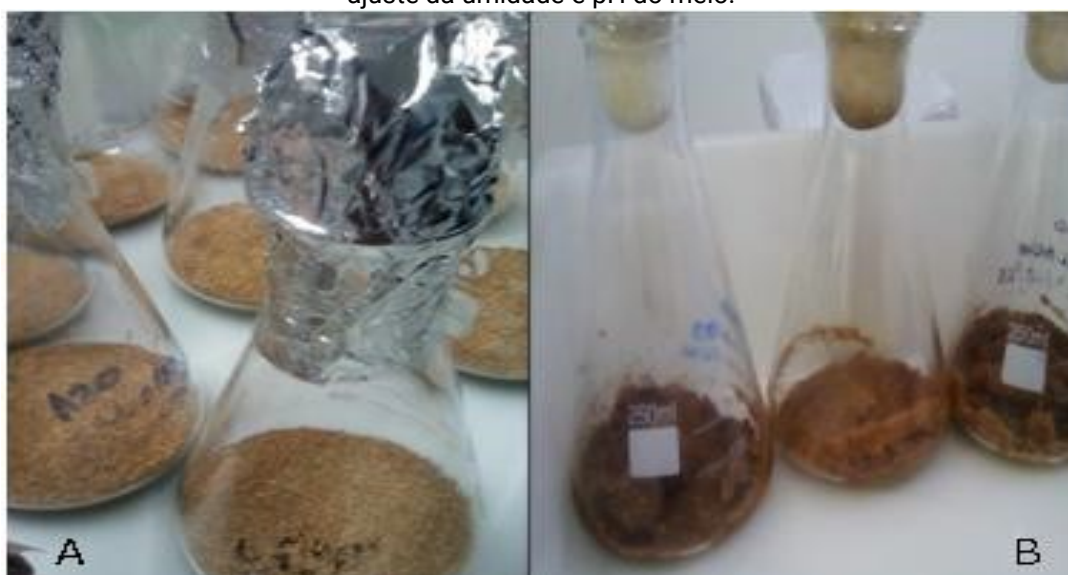
A inoculação do microrganismo foi realizada em Erlenmeyers de 125mL que continham meio de cultura BDA já esterilizados, onde foram incubados a 30°C em estufa por 7 dias, até que ocorresse a esporulação. Os esporos foram suspensos com

a adição de solução de NaCl (0,9%) e previamente esterilizados. Em seguida, foi realizada a contagem de esporos em câmara de Neubauer, até uma quantidade suficiente para concentração final  $10^7$  esporos/mL, e foram inoculados nos Erlenmeyers contendo substrato, farelo de trigo obtido no comércio local e autoclavado, para a produção de protease por fermentação em estado sólido (FES).

### Produção de proteases por fermentação em estado sólido (FES)

A fermentação em estado sólido (FES) foi realizada em Erlenmeyer de 125 ml e a concentração de esporos utilizada como inóculo será de  $10^7$  esporos/grama. Para determinação e garantia da secagem total, todos os substratos foram mantidos um período de uma semana em temperatura ambiente. Os parâmetros utilizados na fermentação foram, 10 gramas de farelo de trigo, pH 8,0 e 70% de umidade, A determinação de umidade foi realizada de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO et al., 2008).

**Figura 02:** A; Erlenmeyer contendo farelo de trigo autoclavado. B; farelo de trigo após a inoculação e ajuste da umidade e pH do meio.



Fonte: própria (2023).

### Processo de extração das proteases

A extração das proteases foi realizada em tampão Tris-HCl 0,1M pH 8,0 (7,5 mL/g substrato) em mesa agitadora a 80 rpm durante 5 minutos. Em seguida, os líquidos metabólicos foram filtrados em gaze e com auxílio de bomba à vácuo em papel filtro de 0,22  $\mu$ m.

**Figura 03:** esquema de filtração do líquido metabólico, após eluição do fermentado com tampão.



Fonte: própria (2023).

### **Precipitação com solventes orgânicos**

O processo de precipitação foi realizado empregando a concentração de 70 % dos solventes orgânicos (etanol e acetona). Em seguida, foram homogeneizados e mantidos no refrigerador por um período de 10 min e em seguida centrifugados por 10 min a 4° C numa rotação de 6000 rpm. Após esse processo, foram descartados o sobrenadante e feito a suspensão do precipitado com 1 mL de tampão (o mesmo usado para a preparação do extrato).

### **Dosagem de proteínas**

A concentração proteica foi determinada de acordo com o método de Smith et al. 1985 utilizando o ácido bicinonínico-BCA. A albumina utilizada como proteína padrão na curva de calibração.

### **Atividade proteásica**

A determinação da atividade proteásica foi realizada segundo Ginter (1979). Para a reação foram adicionados 150uL da amostra em uma solução contendo 250uL do substrato azocaseína a 1% (p/v) em tampão Tris-HCl 0,1 M pH 7,4. Essa mistura

será incubada por 1h a 37°C. A reação será interrompida com a adição de 1000uL de ácido tricloracético (TCA) (10%, p/v) e em seguida centrifugada por 10 min a 4.000 rpm. Dessa solução, reservar 800uL e adicionar 200uL de uma solução de NaOH 1,8M. A leitura da absorbância será realizada em espectrofotômetro(420nm).

### Atividade colagenolítica

A determinação da atividade colagenolítica vai ser realizada de acordo com a metodologia modificada, descrita por Chavira et al. (1984). A qual se inicia com a pesagem de 0,005 g do substrato, o azocolágeno, e sua posterior lavagem com o tampão Tris-HCl a 0,1M e pH 7,8. A lavagem vai ser realizada até o substrato não liberar cor após a centrifugação. Para reação enzimática, 50 µL do líquido metabólico e 950 µL de tampão Tris-HCl a 0,1M e pH 7,8 vão ser acrescentados ao substrato lavado. A reação ocorrerá à temperatura de 37°C por uma hora. Passado este tempo, cada ensaio será centrifugado e 1 mL do sobrenadante será retirado para a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda a 520 nm, portanto 1 unidade de atividade enzimática (U) vai ser definida por um aumento de 0,01 na absorbância.

## Resultados e discussão

Os resultados da atividade proteásica obtidos da precipitação com solventes orgânicos, etanol e acetona na concentração de 70%, oriundos da fermentação, estão expressos na Tabela 01.

**Tabela 01:** Resultado das atividades.

Ensaio	Atividades
Extrato Bruto (I Proteínas (EB))	76,66 U/ml 0,88mg/ml
Etanol (E) Ptoteínas (E)	90 U/ml 0,99 mg/ml
Acetona (A) Proteínas (A)	100 U/ml 0,247mg/ml

Fonte: própria (2023).

Com os dados obtidos, foi possível observar que o melhor solvente foi a acetona, todavia os valores da atividade proteásica superaram os valores do extrato bruto sem

passar pelo processo de pre-purificação. No estudo de Santos et al., 2020 a maior atividade proteásica foi obtida por um *Aspergillus ssp*, sendo de 256 U/mL, utilizando borra de café como substrato. Em outro estudo, o *Aspergillus tamarii* Kita UCP 1279, também isolado do bioma Caatinga, apresentou valores de atividade da enzima inferiores (24 U/mL) ao do presente trabalho (FERREIRA et al., 2020).

Além das atividades proteolíticas também foi evidenciado a atividade colagenolítica das amostras de extrato bruto, e dos tratamentos com etanol e acetona (1,8 U/mg, 14,16 U/mg e 41,96 U/mg respectivamente), na literatura é evidenciado a atividade colagenolítica de fungos isolados do bioma Caatinga no trabalho de Wanderley, M.C.A et al., (2017); Santos, A.L., (2014); Ferreira, C.M.O. et al., (2016).

## Conclusões

Portanto, pode-se concluir que a espécie de *Aspergillus ssp*, isolado do bioma Caatinga, possui potenciais atividades proteásica e colagenolítica sendo a precipitação por solventes orgânicos, etanol e acetona um método eficaz para concentração e obtenção dessas proteínas.

## REFERÊNCIAS

AGUILAR, J. G. S.; SATO, H. H. Microbial proteases: Production and application in obtaining protein hydrolysates. **Food Research International**, v. 103, p. 253– 262, 2018.

BATISTA, J. M. S. et al. Purification and biochemical characterization of an extracellular fructosyltransferase - rich extract produced by *Aspergillus tamarii* Kita UCP1279. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 26, 2020.

BOSSA, L. F. et al. Resíduos agroindustriais para produção de produtos biotecnológicos. In: **Agroecologia : caminho de preservação do meio ambiente**. [s.l: s.n.]. p. 9–25, 2019.

CHANGYOU-SHI, J. H. et al. Physicochemical Properties Analysis and Secretome of *Aspergillus niger* in **Fermented Rapeseed Meal**. *Plos One*, Apr 6;11(4), 2016.

COSTA, M.S., Pereira, M.J.B., de Macedo, G.R. et al. Diversity and biotechnological potential of culturable microorganisms isolated from Caatinga, a Brazilian dry forest. **Sci Rep** 11, 2603 (2021). doi: 10.1038/s41598-021-82338-1.

COSTA, M.S., Pereira, M.J.B., de Macedo, G.R. et al. Biodiversity and biotechnological potential of xylanolytic microorganisms isolated from the Brazilian Caatinga biome. **Appl Microbiol Biotechnol** 102, 9231–9242 (2018). doi: 10.1007/s00253-018-9197-1

COUTO, S. R.; SANROMÁN, M. A. Application of solid-state fermentation to food industry— A review. **Journal of Food Engineering**, 76, 291–302, 2006.

DABOOR, S.M., Budge, S.M., Ghaly, A.E., Brooks, S.L., Dave, D. (2010). Extraction and purifications of collagenase enzymes: a critical review. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology**, 6, 239-26.

DIAZ, A. B.; BLANDINO, A.; CARO, I. Value added products from fermentation of sugars derived from agro-food residues. **Trends in Food Science and Technology**, v. 71, p. 52–64, 2018.

FAO. Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade. Disponível em: <http://www.fao.org.br/dacatb.asp>. Acesso em: 20 de Julho de 2020.

FERREIRA, C.M.O., Correia, P.C., Brandão-Costa, R.M.P., Albuquerque, W.W.C., Liu, T.P.S.L., Campos-Takaki, G.M., Porto, A.L.F. (2016). Collagenase produced from *Aspergillus* sp. (UCP 1276) using chicken feather industrial residue. **Biomedical Chromatography**, 31.

FERNANDEZ-LUCAS, J. et al. New trends for a classical enzyme: Papain, a biotechnological success story in the food industry. **Trends in Food Science & Technology**, 68, 91-101, 2017.

FIORMARKETS. Enzymes Market by Type (Protease, Carbohydrase, Lipase, Polymerase and Nuclease, Others), Source, Application, Regions, Global Industry Analysis, Market Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2019 to 2026. Report ID: 396080, 2019, 250p.

GURUMALLESH, P. et al. A systematic reconsideration on proteases. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 128, p. 254–267, 2019.

JOHNSON, R. et al. Application of proteases in the production of recombinant protein therapeutics. **Pharmaceutical Biotechnology Journal**, 25(3), 2022, 150-165.

KUMAR, D.; SINGH, B.; KORSTAD, J. Utilization of lignocellulosic biomass by oleaginous yeast and bacteria for production of biodiesel and renewable diesel. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 73, n. October 2015, p. 654–671, 2017.

MANAN, M. A.; WEBB, C. Design Aspects of Solid State Fermentation as Applied to Microbial Bioprocessing. **Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering**, v.4, Issue 1, 2017.



MAPA. Projeções do Agronegócio: Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: MAPA/ACE. [s.l.: s.n.].

MARZO, C. et al. Valorization of agro-industrial wastes to produce hydrolytic enzymes by fungal solid-state fermentation. **Waste Management and Research**, v. 37, n. 2, p. 149–156, 2019.

OLIVEIRA, V.M., Nascimento, T.P., Assis, C.R.D., Bezerra, R.S., Porto, A.L.F. (2017). Study on Enzymes of Industrial Interest in Digestive Viscera: Greateramberjack (*Serioladumerili*). **Journal of Coastal Life Medicine**, 5, 233-238. Recuperado de: <https://doi.org/10.12980/jclm.5.2017J6-300>

PANESAR, P.S., KAUR, R., SINGLA, G., SANGWAN, R.S. Bio-processing of agro-industrial wastes for production of food-grade enzymes: progress and prospects. **Appl Food Biotechnol**, v. 3, n. 4, p. 208–227, 2016.

PESSOA JR., A. et al. (2017). Biodiversity, bioprospecting and biotechnological potential of microorganisms isolated from Brazilian biomes. In: Grube, M., editor. *Biotechnology of Microbial Enzymes: Production, Biocatalysis and Industrial Applications*. **Springer**, pp. 223- 239.

PESSOA-JR, A. et al. Rompimento celular. In. KILIKIAN, B. V. ; PESSOA-JR, A. (Coord.). *Purificação de produtos biotecnológicos: operações e processos com aplicação industrial*. 2ª ed. São Paulo: **BLUCHER**, p.67-103, 2020.

RODRIGUEZ, E.F., Martinez, G.T., *Solid State Fermentation: Principles and Bioprocesses*. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, 25(3), 2018, 215-228.

SANDHYA, C. et al. Comparative evaluation of neutral protease production by *Aspergillus oryzae* in submerged and solid-state fermentation. **Process Biochemistry**, v.40, Issue 8, p.2689-2694, 2005.

SANTOS, A.L., Araújo, W.L., Bezerra, R.P., et al. (2014). Collagenolytic Activity of the Fungus *Aspergillus fumigatus* and Its Interaction with Human Type IV Collagen. **Frontiers in Microbiology**, 5, 316. doi: 10.3389/fmicb.2014.00316.

SANTOS, P. S. et al. Fermentação em estado sólido em resíduos agroindustriais para a produção de enzimas: Uma revisão sistemática. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, n. 2, p. 0181–0188, 2018.

SMITH, A.B., Johnson, C.D., *Fermentation in Solid State: Advances and Applications*. **Bioresource Technology**, 40(2), 2020, 120-135.

SMITH, J. et al. Role of proteases in drug formulation: enhancing bioavailability and stability.

**Pharmaceutical Science Review**, 18(1), 2023, 45-56.

SOCCOL, C. R. et al. Recent developments and innovations in solid state fermentation.

**Biotechnology Research and Innovation**, v. 1, p. 52–71, 2017.

SORUSHANOVA, L.M., Delgado, Z., Wu, N., Shologu, A., Kshirsagar, R., Raghunath, A.M., Mullen, Y., Bayon, A., Pandit, M., Raghunath, D.I. (2018). The Collagen Suprafamily: From Biosynthesis to Advanced Biomaterial Development. *Adv. Mater.* DOI: 10.1002/adma.

SOUZA, P. M. et al. A biotechnology perspective of fungal proteases. **Braz. J. Microbiol.** vol.46 no.2, 2015.

WANDERLEY, M.C.A., Duarte Neto, J.M.W., Albuquerque, W.W.C., Marques, D.A.V., Lima, C.A., Silvério, S.I.C., Lima Filho, J.L., Teixeira, J.A.C., Porto, A.L.F. (2017). Purification and characterization of a collagenase from *Penicillium sp.* UCP 1286 by polyethylene glycol-phosphate aqueous two-phase system. *Protein Expression and Purification*, 133, 8-14. doi: 10.1016/j.pep.2017.02.010.

TAVANO, O. L. Proteases. In: *Microbial Enzyme Technology in Food Applications*. Cap.9. CRC Press, 2017.

ZENEBON, O., PASCUET, N.S., TIGLEA, P. Métodos Físico-Químico Para Análise de Alimentos. Ed. **Instituto Adolfo Lutz São Paulo**; 2008.

# OCORRÊNCIAS DE NÃO CONFORMIDADES NO ABATE DE BOVINOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI CEARENSE

## CASOS DE NO CONFORMIDAD EN EL SACRIFICIO DE BOVINOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE CARIRI CEARENSE

### OCCURRENCES OF NON-CONFORMITIES IN THE SLAUGHTER OF CATTLE IN THE METROPOLITAN REGION OF CARIRI CEARENSE

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.690-709>

**Francisca Giselle da Cruz**

Especialista em Gestão da Qualidade, Higiene e Tecnologia de Carnes e Derivados, pelo IFOPE MG. Professora IFCE campus Crato. [giselle@ifce.edu.br](mailto:giselle@ifce.edu.br)

**Maria Inês Rodrigues Machado**

Engenheira de Alimentos. Professora da UFCA. Coorientadora. [ines.machado@ufca.edu.br](mailto:ines.machado@ufca.edu.br)

**Caren Pavani**

Médica Veterinária. Médica Veterinária (FAFRAM), mestre em Microbiologia Agropecuária (FCAV UNESP). [caren\\_pavani@hotmail.com](mailto:caren_pavani@hotmail.com)

**Thaís Michelle da Silva Liziere**

Médica Veterinária. Médica Veterinária (FAFRAM), mestre em Microbiologia Agropecuária (FCAV UNESP). [thaismichelle02@gmail.com](mailto:thaismichelle02@gmail.com)

**Rommel Furst Brito**

Mestre. Médico Veterinário. Médico Veterinário (UFMG) mestre em Ciência Animal (UFMG). [rommelf@hotmail.com](mailto:rommelf@hotmail.com)

## Resumo

O Brasil configura-se como o maior exportador de carne bovina e o segundo maior produtor do mundo. Dessa forma, o processo de produção da carne bovina envolve várias operações, sendo o abate intencional para fins de consumo da carne. Objetivou-se com este trabalho avaliar as não conformidades identificadas durante o abate de bovinos de corte, provenientes de um abatedouro frigorífico localizado na Região Metropolitana do Cariri cearense, entre setembro e outubro de 2021. Para este estudo, 100 bovinos de corte foram escolhidos aleatoriamente. As seguintes não-conformidades foram identificadas: o tempo mínimo de permanência dos animais no banheiro de aspersão; a eficácia da insensibilização por meio da contagem do número de disparos em cada animal com o uso de pistola de dardo cativo penetrante com acionamento pneumático; o tempo gasto (em minutos) entre a insensibilização e a sangria e o tempo gasto (em minutos) de cada carcaça animal içada pelo membro esquerdo traseiro, na canaleta de sangria, a fim de verificar a eficiência desta operação. Quanto a identificação das não conformidades avaliou-se que a permanência dos bovinos no banheiro de aspersão, 100 % encontraram-se em desacordo com os padrões preconizados por legislação. Sobre os parâmetros tempo gasto entre a insensibilização e a sangria e para o tempo da carcaça içada na canaleta de sangria, 93 % encontraram-se em desacordo com os padrões. Observou-se que 44 % dos animais foram insensibilizados apenas com um disparo, indicando a necessidade de treinamento *in loco* dos colaboradores, em abate humanitário, a exemplo o programa STPES WPA, que visa evitar dor e estresse desnecessários aos animais, podendo interferir na qualidade da carne comercializada na região.

**Palavras-Chave:** carne bovina; qualidade; segurança dos alimentos.

## Resumen

Brasil es el mayor exportador de carne bovina y el segundo productor mundial. Por lo tanto, el proceso de producción de carne de vacuno implica varias operaciones, siendo el sacrificio intencional con fines de consumo de carne. Este estudio tuvo como objetivo evaluar las no conformidades identificadas durante el sacrificio de bovinos de carne de un matadero localizado en la Región Metropolitana de Cariri, Ceará, entre septiembre y octubre de 2021. Para este estudio se seleccionaron aleatoriamente 100 bovinos de carne. Se identificaron las siguientes no conformidades: el tiempo mínimo de permanencia de los animales en el baño de aspersión; la eficiencia del aturdimiento mediante el conteo del número de disparos en cada animal con el uso de una pistola de dardos penetrantes cautivos con activación neumática; el tiempo transcurrido (en minutos) entre el aturdimiento y el sangrado y el tiempo transcurrido (en minutos) de cada canal de animal izado por el miembro posterior izquierdo, en el canal de sangrado, con el fin de verificar la eficiencia de esta operación. En cuanto a la identificación de no conformidades, se evaluó que la permanencia de los bovinos en el baño de aspersión, el 100% se encontró en desacuerdo con los estándares recomendados por la legislación. En cuanto al tiempo transcurrido entre el aturdimiento y el sangrado y el tiempo de elevación de la canal a la manga de sangrado, el 93% no cumplía las normas. Se observó que el 44% de los animales fueron aturdidos con un solo disparo, lo que indica la necesidad de formación *in situ* de los empleados en el sacrificio humanitario, como el programa WPA de STPES, que tiene como objetivo evitar el dolor

y el estrés innecesarios a los animales, lo que podría interferir con la calidad de la carne vendida en la región.

**Palabras Clave:** carne de vacuno; calidad; seguridad alimentaria.

## Abstract

Brazil is the largest exporter of beef and the second largest producer in the world. Thus, the beef production process involves several operations, being the intentional slaughter for the purpose of meat consumption. The aim of this study was to evaluate the nonconformities identified during the slaughter of beef cattle from a slaughterhouse located in the Metropolitan Region of Cariri, Ceará, between September and October 2021. For this study, 100 beef cattle were randomly selected. The following non-conformities were identified: the minimum dwelling time of the animals in the spray toilet; the stunning efficiency by counting the number of shots in each animal with the use of a captive penetrating dart gun with pneumatic drive; the time spent (in minutes) between stunning and bleeding, and the time spent (in minutes) of each animal carcass hoisted by the rear left limb in the bleeding chute, in order to verify the efficiency of this operation. Regarding the identification of non-conformities, it was evaluated that the permanence of the bovines in the sprinkler room was 100% in disagreement with the standards recommended by legislation. Regarding the time spent between stunning and bleeding and the time the carcass was lifted into the bleeding chute, 93% were not in accordance with the standards. It was observed that 44% of the animals were stunned with only one shot, indicating the need for on-site training of employees in humane slaughter, such as the STPES WPA program, which aims to avoid unnecessary pain and stress to the animals, which may interfere with the quality of the meat sold in the region.

**Keywords:** beef; quality; food safety.

## Introdução

O Brasil configura-se como o principal fornecedor de carne bovina para o mundo, com rebanho de 187,55 milhões de cabeças, exportando carne *in natura* para 119 países, destacando 2,69 milhões (26,07 % da produção) de toneladas em equivalente carcaça (TEC), enquanto a carne destinada ao mercado interno é de 7,63 milhões TEC (73,93 % da produção). A pecuária brasileira registrou no ano de 2020, abate de 41,5 milhões de cabeças de bovinos, cujo peso médio da carcaça foi de 248,67 kg, além de consumo *per capita* de 36,39 kg/ano (ABIEC, 2021).

As operações de abate de bovino de corte, envolvem atividades nas indústrias por meio do manejo pré-abate até a finalização do processo e a expedição do produto para o comércio varejista ou atacadista de alimentos, contudo são diversas etapas para que o músculo animal se transforme em carne. Para garantir que as etapas do manejo pré-abate e abate sejam realizadas com sucesso e que sejam livres de dor e

sofrimento causados ao animal, recentemente foi publicada a Portaria nº 365 de 16 de julho de 2021, sobre o Regulamento Técnico de manejo pré-abate e abate humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2021).

Entende-se por abate o processo intencional, desde que provoque a morte de um animal, no âmbito de estabelecimentos regularizados pelos Serviços Oficiais de Inspeção, cujos produtos e subprodutos são destinados ao consumo humano ou para outras finalidades (BRASIL, 2021).

As operações de abate estão divididas nas seguintes etapas: exame *ante mortem*, inspeção durante o abate propriamente dito e inspeção *post mortem*. Dessa forma, os produtos que não podem ser destinados ao consumo humano são considerados não conformes, ou seja, não atendem a um requisito especificado, podendo estar associado ou não, com a inocuidade e segurança dos alimentos.

Faz-se importante saber que, recentemente foi traçado um novo cenário no controle sanitário para a inspeção de produtos de origem animal no Brasil, a inspeção permanente em abatedouros frigoríficos está com os seus dias contados, fato este que pode gerar medo e insatisfação, por meio de profissionais técnicos da área, comunidade acadêmica e consumidor, desde a publicação da Lei nº 14.515, de 29 de dezembro de 2022, que dispõe sobre os programas de autocontrole dos agentes privados. Esta Lei prevê infrações e penalidades (BRASIL, 2022). Entende-se por autocontrole a capacidade do agente privado de implantar, de executar, de monitorar, de verificar e de corrigir procedimentos, processos de produção e de distribuição de insumos agropecuários, alimentos e produtos de origem animal ou vegetal, com vistas a garantir sua inocuidade, identidade, qualidade e segurança (BRASIL, 2022).

Segundo Santos (2020) o abate humanitário é o conjunto de procedimentos técnicos e científicos que garantem o bem-estar dos animais desde o embarque na propriedade rural até a operação de sangria no matadouro-frigorífico que está inteiramente interligada a alguns fatores como: densidade, duração, distância e temperatura, apresentam grande influência no quesito de qualidade da carne.

Objetivou-se avaliar as não conformidades identificadas durante quatro operações de abate de bovinos de corte, em um frigorífico industrial localizado na Região Metropolitana do Cariri cearense, entre setembro e outubro de 2021.

## Referencial teórico

De acordo com a Organização Mundial de Saúde Animal, antiga OIE mais nomeadamente, o Artigo 7.1.1. do Código Sanitário para Animais Terrestres, bem-estar animal significa o estado físico e mental de um animal, em relação às condições em que vive e morre (WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH, 2021).

Atualmente, o Brasil possui duas Instruções Normativas e uma Portaria que se referem ao bem-estar dos animais de produção (BRASIL, 2008; BRASIL, 2020; BRASIL, 2021). Vale destacar que, o Governo Brasileiro, decretou em 31 de março de 2017, normas que regulamentam as práticas de inspeção sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA), citando em vários artigos o termo “bem-estar animal” (BRASIL, 2017).

De acordo com LOW (2014), através da declaração de Cambridge (2012) ficou comprovado que os animais são seres *sencientes*, ou seja, capazes de possuir consciência e comportamentos intencionais e afetivos. É crescente a preocupação dos consumidores com a forma como os animais de produção são criados, transportados e abatidos, pressionando a indústria a um novo desafio: respeitar a *senciência* dos animais para melhorar a qualidade intrínseca e acima de tudo a qualidade ética da carne (BARBOSA; SILVA, 2004).

Como seres *sencientes*, os bovinos são capazes de sentir emoções e medo, como também demonstram uma linguagem corporal associada a partículas nas emoções (medo, frustração) dos animais, aquelas com base na biologia dolaridades em relação à percepção através dos órgãos sensoriais, tais como olfato, audição e visão Alonso-Silbury (2010), cuja a compreensão é fundamental para o desenvolvimento de um manejo adequado (COSTA *et al.*, 2016).

A execução adequada das etapas de produção da carne, corroboram com a obtenção de produtos de maior qualidade e conseqüentemente maior valor agregado e ainda evita situações indesejáveis ao consumidor como alterações sensoriais do produto bem como problemas de saúde pública (SANTOS, 2020).

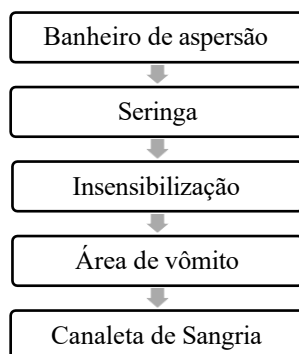
Diante do exposto, o trato humanitário dos animais destinados ao abate traz benefícios como menor dano a carne, redução de perda e ganho no valor atribuído, devido principalmente aos poucos defeitos e lesões, menor mortalidade dos animais,

melhoria na qualidade da carne devido a redução do estresse, resultando em produto de qualidade (FAO, 2009).

Com o intuito de padronizar as operações no manejo pré-abate e abate dos animais de produção, foi criado o Programa Nacional de Abate Humanitário de Bovinos, STEPS, por meio da World Animal Protection - WPA (Proteção Animal Mundial). Constatou-se a necessidade de elaborar e implantar este Programa para proporcionar melhorias no bem-estar dos animais de produção no Brasil. A implantação de programas de bem-estar animal nas agroindústrias é uma ferramenta essencial para minimizar riscos, melhorar o ambiente de trabalho, incrementar a produtividade e atender às exigências de mercados internacionais e da legislação brasileira. Além de reduzir as perdas de qualidade do produto final, contribuirá para diminuir a ocorrência de hematomas, contusões e lesões (LUDTKE *et al.* 2015).

Na figura 01, seguem as etapas fluxograma das operações de abate de bovinos de corte, do banheiro de aspersão início até a operação de sangria, em um abatedouro frigorífico.

**Figura 01:** Operações de abate de bovinos de corte.



**Fonte:** adaptado de Gomide; Ramos; Fontes (2014).

Dentre as operações de abate mencionadas na Figura 01, o banheiro de aspersão constitui parte do corredor que liga os currais ao corredor de acesso a sala de abate. Esse, possui um sistema tubular de chuveiros dispostos transversal, longitudinal e lateralmente orientando os jatos de água para o centro do corredor (TRECENI, 2013).

O objetivo do banho dos animais antes do abate é limpar a pele para assegurar uma esfolha higiênica, reduzir poeira, tendo em vista que a pele fica úmida e, portanto, diminuindo a sujeira da sala de abate. Esse banho faz com que reduz a excitação dos



animais, limpeza parcial externa dos animais e vasoconstricção periférica favorecendo a sangria (STEINER, 1983).

A rampa de acesso liga os bovinos do banheiro de aspersão ao boxe de insensibilização. Nesta operação, deve ser realizada as avaliações do estresse provocado no período *ante mortem* que propõe a avaliação do deslizamento e quedas dos animais bem como das vocalizações ou mugidos dos animais na rampa de acesso ao boxe. Com manejo adequado que proporcione bem-estar dos animais torna-se quase impossível que eles escorreguem ou sofram quedas.

Todas as áreas por onde os animais caminham devem possuir pisos antiderrapantes (GRADIN, 1997).

A concussão por dardo cativo penetrativo ou não penetrativo é o método mecânico de insensibilização mais utilizado no mundo, principalmente por conta de questões relacionadas ao bem-estar animal, a fim de evitar prejuízos na qualidade do produto final. Contudo, os métodos de insensibilização, tais como marretada e corte da medula (choupeamento), uso de armas de fogo e processos químicos, não são permitidos pela legislação brasileira no abate de bovinos (GOMIDE *et al.*, 2014; BRASIL, 2021).

Segundo Ludtke *et al.* 2015 pistola de dardo cativo penetrante, além de causar concussão, ocasiona danos irreversíveis. A penetração do dardo causa uma grande hemorragia, lesão severa (laceração) com perda de tecido neural do cerebelo e mesencéfalo, atingindo frequentemente a ponte, a medula oblonga e a parte caudal do córtex cerebral.

Os equipamentos de dardo cativo penetrante têm como objetivo causar a perda imediata da consciência, provocando a inconsciência do bovino, sem que haja a transdução do estímulo da dor, que é obtido em torno de 150 a 200 milésimos de segundos. A força causada pelo impacto do dardo contra o crânio produzirá concussão cerebral, que o torna inconsciente em aproximadamente dois milésimos de segundos, assegurando que ele não sinta dor. Desse modo não há tempo suficiente para que o estímulo da dor seja captado, o que garante a insensibilização imediata do bovino sem indício de dor (LUDTKE *et al.*, 2012).

Na operação de insensibilização se faz necessário o auxílio de pistola de dardo cativo que esteja em contato com a cabeça do animal na hora do disparo. Dessa

forma, o dardo penetrará totalmente no crânio e atingirá as principais estruturas cerebrais responsáveis por deixar o animal consciente (córtex cerebral, tronco encefálico e cerebelo) (LUDTKE *et al.* 2015).

Entende-se por inconsciência, insensibilidade e insensibilização:

Art. 4º V - Inconsciência, como a interrupção temporária ou permanente da função cerebral normal, tornando o indivíduo incapaz de perceber e responder aos estímulos externos, incluindo a dor;

VI - Insensibilidade, consiste essencialmente na ausência de dor e VII - Insensibilização, o processo ou procedimento aplicado intencionalmente ao animal para promover um estado de inconsciência e insensibilidade, podendo ou não provocar morte instantânea (BRASIL, 2021).

Para a insensibilização ser efetiva é necessário que o dardo atinja o alvo, ou pelo menos, o disparo seja realizado dentro de uma área de 2 cm ao seu redor. Um posicionamento de 4 a 6 cm fora do alvo pode reduzir a eficácia da insensibilização em 60 % (LUDTKE *et al.*, 2015).

De acordo com o pesquisador Gregory (1998) a diferença no gradiente de pressão intracraniana também interfere e pode levar a uma disfunção da transmissão do estímulo neural. Com o aumento da pressão, decorrente de uma hemorragia severa, há bloqueio do fluxo sanguíneo, ocasionando isquemia (perda do suprimento sanguíneo para estruturas cerebrais vitais).

A tabela 01 apresenta os principais documentos norteadores, que tratam sobre a insensibilização de bovinos, no Brasil e na Comunidade Europeia.

**Tabela 01:** Documentos norteadores sobre insensibilização de bovinos.

<b>Documento</b>	<b>Descrição</b>
TOMO de bovinos.	Inspeção de carnes, padronização de técnicas, instalações e equipamentos.
Decreto 9.013 (2017) MAPA.	Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.
Portaria 365 (2021) MAPA.	Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
IN 56 (2008) MAPA.	Estabelece recomendações para os sistemas de produção animal e transporte em boas práticas e bem-estar animal.
Ludtke <i>et al.</i> , (2015).	Abate humanitário de bovinos. Programa STPES, WPA.
Capítulo 7.5. OIE (2014).	Abate dos animais. Essas recomendações atendem a necessidade de garantir o bem-estar dos animais destinados ao consumo humano durante as operações que precedem e que permitem seu abate até a sua morte.

Capítulo 7.6. OIE (2014).	Bem-estar no abate e occisão para efeitos de controle de doenças.
COMUNIDADE EUROPEIA (1993). Diretiva 93/119	Enfatiza que muitos métodos de occisão são dolorosos, assim tornam-se necessários o atordoamento para provocar um estado de inconsciência e uma perda da sensibilidade no momento da occisão.
EUROPEAN (2009). Regulamento n° 1099/2009	Regulamento Europeu para proteção dos animais no momento do abate.

Fonte: própria (2023).

Em um estudo realizado por Prendergast *et al.*, (2003) observaram extensa dispersão de duas proteínas do Sistema Nervoso Central (SNC) de carcaças de bovinos, a sintaxina 1b e o GFAP, em equipamentos, couro bovino e pessoal. Esses resultados demonstram que, apesar da aplicação rigorosa das atuais políticas de controle de material especificado de risco, MER, as práticas normais de abate continuam a apresentar oportunidades significativas para que o material do SNC, incluindo o príon da BSE presente no SNC de qualquer gado subclínicamente infectado, de forma a contaminar a carne que entra na cadeia alimentar humana.

Sobre o risco de disseminação de partículas cerebrais na corrente sanguínea e na carcaça, quando da aplicação de certos métodos de insensibilização, encontra-se descrito em um documento emitido pela União Europeia, *Eliminary Scientific Opinion and Report on Stunning Methods and BSE Risk, European Commision, Helath & Consumer Protection Directorate- General*, onde o maior risco de disseminação do MER foi o uso de pistola penetrativa COM injeção de ar (EUROPEAN COMISION, 2002).

Um dos fatores que justifica a utilização da pistola pneumática com injeção de ar na caixa craniana de bovinos, em um estudo realizado por Ramantanis (2017), durante a insensibilização de 22 bovinos, na entrada do parafuso na cavidade craniana resulta em dano maciço ao tecido cerebral. Sendo assim, existe o risco de partículas de tecido cerebral serem transferidas através do fluxo sanguíneo no sistema de circulação sanguínea menor. Isso pode levar a uma contaminação do sangue, pulmões e coração com o agente da Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE) ou doença da vaca louca.

A ordem de classificação dos métodos de insensibilização em termos de risco decrescente de causar contaminação é:

1. Insensibilizador pneumático que INJETA AR;
2. Insensibilizador pneumático que NÃO INJETA AR;
3. Insensibilizador de dardo cativo COM PUNÇÃO;

4. Insensibilizador de dardo cativo SEM PUNÇÃO (RAMANTANIS, 2017).

Risco insignificante ou ausente pode ser esperado de atordoamento não penetrante e atordoamento por parada cardíaca. Por enquanto, muito poucos matadouros na União Europeia implementam a eletrocussão. Desde o verão de 2001, o primeiro equipamento de atordoamento de parada cardíaca encontra-se operacional, na Europa continental. São apresentados dois sistemas de atordoamento elétrico de gado, que estão de acordo com os regulamentos do Reino Unido e da Alemanha sobre proteção de bem-estar animal no abate (RAMANTANIS, 2017).

Conforme Landim (2011) para que a insensibilização ocorra de maneira eficiente, o atordoamento deve ser feito em local correto no animal, o disparo deve ser feito no plano frontal, na interseção de duas linhas imaginárias, que vão da base do chifre até o olho do lado oposto da cabeça.

Faz-se importante saber que, a Portaria nº 651, de 08 de setembro de 2022, aprova os procedimentos de vigilância e mitigação do risco da Encefalopatia Espongiforme Bovina - EEB nos estabelecimentos de abate. O Art. 7º nos diz que: *É proibida a utilização de equipamento de insensibilização com injeção de ar ou gás comprimido na caixa craniana* (BRASIL, 2022). Contudo, esta Portaria entrou em vigor no dia 03 de outubro de 2022.

A Portaria nº 365 de 2021 orienta que o estabelecimento deve possuir equipamento sobressalente para insensibilização para uso em caso de avaria ou mal funcionamento do equipamento principal, devendo estar disponível para o uso antes da operação de sangria sempre que necessário (BRASIL, 2020).

A Tabela 02 apresenta avaliação da inconsciência dos animais durante o abate.

**Tabela 02:** Avaliação da inconsciência (Protocolo de auditoria).

<b>Avaliando a inconsciência nos animais durante o abate</b>		
<b>Definitivamente Inconsciente: TODOS os sinais seguintes estão AUSENTES</b>	<b>Inconsciente Mas Iniciando a Transição de Retorno a Consciência: UM OU MAIS dos sinais seguintes estão PRESENTES</b>	<b>Definitivamente Inconsciente: QUALQUER UM dos sinais seguintes estão PRESENTES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexo de ameaça que ocorre quando acena a mão na frente dos olhos sem tocar;</li> <li>- Reflexo palpebral em resposta ao toque;</li> <li>- Reflexo corneal *;</li> <li>- Respiração rítmica onde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexo palpebral em resposta ao toque;</li> <li>- Respiração rítmica onde as costelas se movem para dentro e para fora duas vezes;</li> <li>- Reflexo corneal *.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não há perda de postura/animal em pé;</li> <li>Reflexo de endireitamento no trilho;</li> <li>Vocalização;</li> <li>Piscar espontâneo, não provocado;</li> <li>- Reflexo de ameaça que ocorre quando acena a mão na frente dos olhos sem tocar;</li> <li>Olhos seguem um objeto em</li> </ul>

as costelas se movem para dentro e para fora duas vezes.		movimento.
<b>Inconsciente: Nenhuma Ação é Necessária</b>	<b>Inconsciente: Reinsensibilizar Imediatamente</b>	<b>Inconsciente: Reinsensibilizar Imediatamente</b>

*\* Para bovinos, o dedo pode ser usado para testar o reflexo corneal. Uma vez que suínos e ovinos têm olhos pequenos, pode-se usar um objeto com ponta arredondada como uma borracha do lápis ou algo similar.*

Fonte: Grandin (2017).

A etapa da sangria é realizada após a insensibilização do animal, a fim de provocar o rápido e completo escoamento do sangue (SILVA, 2012). Segundo Gomide *et al.*, (2014) a sangria promove a morte do animal, é feita por meio da abertura da barbela e logo depois dos grandes vasos (artéria carótida e veia jugular).

A duração do processo de sangria é de três minutos (PARDI, 2006). Pois, a sangria deve ser completa e realizada com o animal suspenso pelos membros posteriores e nenhum procedimento de manipulação deve ser realizado até que seja escoado o máximo possível de sangue (BRASIL, 2017).

O monitoramento do local de insensibilização e a melhora na sangria são exemplos de mudanças simples que podem melhorar muito o bem-estar dos animais no pré-abate e abate. Segundo Grandin (2012), o comprometimento da gerência e a capacitação constante da equipe de funcionários do abatedouro frigorífico são imprescindíveis para que uma empresa seja aprovada em uma auditoria de bem-estar animal.

O sangue tem pH alto (7,35 a 7,45) e, devido ao grande teor proteico, tem rápida putrefação (KOLB, 1984). Logo, a capacidade de conservação da carne mal sangrada é muito limitada (BARTELS, 1980; HEDRICK *et al.*, 1994). Além disso, constitui um problema de aspecto para o consumidor.

Portanto, a eficiência da sangria pode ser considerada uma exigência importante das operações de abate para obtenção de um produto de alta qualidade (WARRISS, 1977).

## Metodologia

O presente estudo foi realizado em um abatedouro frigorífico, localizado na Região Metropolitana do Cariri cearense, sob o Serviço de Inspeção Estadual (SIE), entre setembro e outubro de 2021. Selecionou-se aleatoriamente 100 bovinos de corte destinados ao abate.

Observou-se quatro operações de abate, dentre elas o tempo em minutos da permanência dos animais no banheiro de aspersão, o tempo em minutos entre a insensibilização e a sangria e o tempo da carcaça içada na canaleta de sangria, além do número de disparos com a pistola de acionamento pneumático, por animal contido no boxe de insensibilização, conforme os critérios de auditoria em bem-estar descritos por (GRANDIN, 2017). Para os parâmetros analisados em relação ao tempo, em minutos, utilizou-se um cronômetro digital.

A insensibilização dos animais foi realizada por meio de método mecânico, com dardo percussivo penetrativo, pelo acionamento da pistola de atordoamento pneumática (com injeção de ar), EQUIPAFRIG® modelo LEISER 1962, aço inoxidável (AISI 304), acoplado a um compressor de ar com capacidade de 20 pés cúbicos, por minuto, sendo um reservatório de 240 litros, com uma pressão mínima de 175 PSI e máxima de 195 PSI, a ser operada pelo manejador. A pressão de trabalho da pistola pneumática estava ajustada em 175 libras.

Os dados foram analisados em planilhas do *software* Microsoft EXCEL, mediante a determinação do percentual de machos e fêmeas abatidos e estatística descritiva dos dados.

## Resultados e discussão

A legislação brasileira preconiza os seguintes valores, ao avaliar uma insensibilização adequada para bovinos de corte: tempo mínimo do animal no banheiro de aspersão 3,00 minutos; intervalo entre a insensibilização e sangria, 1,00 minuto; tempo do animal na canaleta de sangria, no mínimo 3,00 minutos (BRASIL, 2007; BRASIL, 2017; BRASIL, 2020; BRASIL, 2021).

Quanto aos parâmetros analisados relacionados a permanência dos bovinos no banheiro de aspersão, tempo entre a insensibilização e sangria e tempo gasto da carcaça içada na canaleta de sangria (em minutos), disparos (em números), segundo o protocolo North American Meat Institute (NAMI), proposto por Grandin (2017), encontram-se descritos no Quadro 01.

**Quadro 01:** Estatística descritiva dos dados analisados.

<b>Estatística descritiva</b>	<b>Permanência no banheiro de aspersão (Minutos)</b>	<b>Disparos (Números) Protocolo NAMI</b>	<b>Tempo entre a insensibilização e sangria (Minutos)</b>	<b>Tempo da carcaça içada na canaleta de sangria (Minutos)</b>
Mínimo	0,00	1,00	1,15	0,11
Mediana	0,22	2,00	2,10	1,39
Média	0,25	2,65	2,08	1,53
Máximo	0,57	16,00	5,40	4,25
DesvPad	0,13	2,87	0,71	0,88

Fonte: própria (2022).

Observou-se o tempo de permanência médio dos animais no banheiro de aspersão,  $0,25 \pm 0,13$  minuto. O tempo mínimo foi 0,00 minuto e o máximo 0,57 minuto, ou seja, o tempo de 0,00 minuto demonstrou-se bastante crítico, fato este justifica que os animais não foram higienizados adequadamente, esta operação deve ser realizada com o objetivo de acalmar os animais, promover a limpeza e a remoção de sujidades (esterco e urina) presentes na superfície do couro, conceder a vasoconstrição periférica e vasodilatação interna (sangria), além de diminuir a contaminação na sala de abate.

O tempo mínimo de 3 minutos durante a permanência dos animais no banheiro de aspersão não foi realizado, assim como ausência de verificação da pressão (3 ATM) da água com auxílio de um manômetro e hipercloração da água a 15 ppm, o que caracterizou não conformidade durante a operação de abate (BRASIL 2007; BRASIL, 2017; BRASIL, 2020; BRASIL, 2021).

Observou-se deficiências nas instalações do banheiro de aspersão, tais como ausência de sistema de chuveiros dispostos na parte longitudinal do banheiro, assim como a água não ter pressão suficiente, a fim de garantir os jatos em forma de duchas e ausência de verificação da pressão da água e de um dosador de cloro da água, destinada ao banho dos animais. O piso do banheiro de aspersão apresentou protuberâncias, que podem lesionar os membros inferiores dos bovinos.

Em um estudo realizado por Roça *et al.* (1995) verificaram que, o banheiro de aspersão antes do abate não afetou ( $p > 0,05$ ) o perfil da glicólise. Segundo Gomide *et al.* (2014) o banheiro de aspersão antes do abate não afeta a eficiência da sangria, nem o teor de hemoglobina retido nos músculos de bovinos, sendo sua ação restrita ao efeito tranquilizante e à higienização do animal. Dessa forma, 100 % dos animais

destinados ao banheiro de aspersão encontraram-se em desacordo com os padrões estabelecidos por legislação sanitária vigente (BRASIL, 2007; BRASIL, 2017; BRASIL, 2020; BRASIL, 2021).

A movimentação dos animais, desde o desembarque até o boxe de atordoamento, pode ser auxiliada por meio de choque elétrico, obtido com 40 a 60v (BRASIL, 2007). Contudo, a Portaria n° 365/2021, orienta que:

Art. 25 §2° Excepcionalmente, nos animais que se recusem a se mover, será permitida a utilização de dispositivos produtores de descargas elétricas de forma complementar aos instrumentos rotineiramente utilizados na condução ou desembarque de animais, desde que observados os seguintes critérios: I - ser aplicados preferencialmente nos membros posteriores, com descargas que não durem mais de um segundo e desde que haja espaço suficiente para que o animal avance ou levante (BRASIL, 2021).

Vale ressaltar que, a finalidade da insensibilização é deixar os animais inconscientes, de modo que possam ser seccionados os grandes vasos e sangrados, sem causar dor ou aflição (GREGORY, 1998). A insensibilização utilizada para este estudo foi a mecânica, faz-se importante salientar que os animais se mantiveram individualmente no boxe de insensibilização sem contentor individual de cabeça.

O Art. 34 reporta que os animais devem ser contidos em equipamentos próprio, apenas quando o responsável pela operação proceder imediatamente à insensibilização:

Art. 34 A contenção deve ser individual e feita de forma que imobilize o corpo do animal, sem provocar esmagamento ou pressão excessiva, poupando o animal de qualquer dor ou agitação §1° No caso de insensibilização mecânica é obrigatória a utilização de mecanismo ou procedimento para contenção de cabeça do animal à exceção de equídeos (BRASIL, 2021).

Neste estudo, o número médio de disparos acionados pelo manejador, por bovino, foi de  $2,65 \pm 2,87$ , enquanto o número mínimo foi de um (1) disparo, enquanto que o número máximo foi de 16 disparos. O fato que justifica o número elevado de disparos, pode ter sido o inadequado posicionamento do animal no boxe insensibilização, desprovido de contentor de cabeça, cujo resultado obtido foi preocupante, pois o fato do animal permanecer por muito tempo com a cabeça esticada pode corroborar com aumento no estresse e prejuízos a qualidade da carne (BERTOLONI; ANDREOLLA, 2010).



Considerou-se a seguinte classificação, sobre a insensibilização dos bovinos, proposto pelo comitê de bem-estar animal do North American Meat Institute (NAMI): **“Excelente”**, onde 99 % a 100 % dos animais foram insensibilizados com apenas um disparo; **“Aceitável”**, onde 95 % a 98 % dos animais foram insensibilizados com apenas um disparo; **“Não aceitável”**, onde 90 % a 94 % dos animais foram insensibilizados com apenas um disparo; **“Problema sério”**, onde menos de 90 % dos animais foram insensibilizados com apenas um disparo (GRANDIN, 2017).

Sendo que neste estudo, 44 % dos animais foram insensibilizados com apenas um disparo, segundo o método de avaliação da eficácia da insensibilização do NAMI se classifica como **“Problema sério”**, com isso observou-se outra não conformidade durante a operação de abate segundo procedimentos estabelecidos por (GRANDIN, 2017).

Para Gomide *et al.* (2014) os manejadores que insensibilizam os animais devem ser competentes e bem treinados, ao passo que os equipamentos de insensibilização devem ser mantidos em bom estado, sendo regularmente inspecionados. A média do tempo gasto entre a insensibilização e sangria foi de  $2,08 \pm 0,71$  minutos, e para este parâmetro o tempo deve ser o menor possível até 60 segundos (BRASIL, 2021). Dessa forma, 100 % dos animais encontraram-se em desacordo com os padrões estabelecidos por legislação sanitária vigente, originando não conformidade. A má insensibilização provoca a chamada “agonia do abate”, que se caracteriza por um quadro de enfisema agônico, aspiração de sangue e conteúdo ruminal para os pulmões (GOMES *et al.*, 1999).

Os animais permaneceram içados pelo membro traseiro, na canaleta de sangria por um período médio de  $1,53 \pm 0,88$  minuto. O tempo máximo de permanência do animal na canaleta de sangria foi de 4,25 minutos e o mínimo de 0,11 minuto, a sangria deve ser completa e realizada com o animal suspenso pelos membros posteriores, em transportador aéreo, sendo pendurado em trilho aéreo e nenhum procedimento de manipulação deve ser realizado até que seja escoado o máximo possível de sangue, respeitando o período mínimo de 3,00 minutos por animal e observou-se operações mutilantes durante esta operação.

De acordo com a Portaria nº 365 de 16 de julho de 2021, são vedadas operações que envolvam cortes ou mutilações nos animais até que seja concluído o período

mínimo de três (3,00) minutos na operação de sangria (BRASIL, 2021). Para este trabalho, 93 % dos dados analisados para a operação de sangria encontraram-se em desacordo com os padrões estabelecidos por legislação sanitária vigente.

Atualmente consideram-se dois tipos de questões que envolvem o bem-estar animal. As relacionadas diretamente aos humanos (abuso ou negligência) e as relacionadas a processos e/ou equipamentos que devam ser mudados para melhorar o bem-estar dos animais, sendo mais fácil e menos oneroso melhorar o bem-estar animal nas plantas frigoríficas, quando comparado com a melhoria nas criações (GRANDIN, 2014).

Na etapa de sangria o colaborador deve utilizar duas facas, de cabos de cores diferentes, uma faca a ser utilizada no momento do corte da barbela e outra para realizar a secção dos vasos. Além de que, as facas utilizadas devem ser mergulhadas no esterilizador com temperatura a 82,5 °C, durante 2 a 5 minutos, após a operação de sangria de cada animal. Esses procedimento nem sempre foi monitorado e verificado pela empresa, sendo este um procedimento padrão de higiene operacional, PPHO e deve ser descrito no programa de autocontrole da empresa, a fim de evitar contaminação microbiológica para a carne (BRASIL, 2020).

O monitoramento do local de insensibilização e a melhora na sangria são exemplos de mudanças simples que podem melhorar muito o bem-estar dos animais no pré-abate e abate. Segundo Grandin (2012), o comprometimento da gerência e a capacitação constante da equipe de funcionários do abatedouro frigorífico são imprescindíveis para que uma empresa seja aprovada em uma auditoria de bem-estar animal.

## Conclusão

O fato da identificação de não conformidades durante as quatro operações de abate, observadas neste estudo, pode ocasionar autos de infração, comprometer a qualidade da carne e notificação por meio de órgãos de inspeção sanitária. Faz-se necessário treinamento *in loco* ou *in company*, sobre implantação de ferramentas da qualidade, recomendadas pelos órgãos oficiais de inspeção e legislação vigente, a exemplo do programa de autocontrole, e monitoramento das ações de cada colaborador, a fim de obter carne bovina com higiene, qualidade e bem-estar animal.

## Referências

ALONSO-SILSBURY, M. L. Etologia aplicada em el manejo de animales de abasto previo al sacrificio. In: ROJAS, D.M., LEGARRETA, I.G., ORTEGA, M.T. Bienestar animal y calidad de la carne: enfoques químicos y experimentales. Cidade do México: BM Editora, v.1, cap.8, p. 137-156. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. Perfil da Pecuária no Brasil – Relatório anual 2021. São Paulo: ABIEC. Disponível em: <www.abiec.com.br> Acesso em: 14 jan 2022.

BARBOSA. J. A. D. F.; SILVA. I. J. O. Abate humanitário: ponto fundamental do bem-estar animal. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 328, p. 36- 44, 2004.

BARTELS, H. **Inspección veterinária de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1980. 491p.

BERTOLONI, W.; ANDREOLLA, D. Eficácia do sistema de contenção (automatizado e mecânico) no atordoamento de bovinos. **Ciência Rural**, v.40, n.8, p. 1821-1827. 2010.

BRASIL. Inspeção de carne bovina – Padronização e técnicas, instalações e equipamentos. Bovinos. Currais e seus anexos. Sala de matança. **Tomo de bovinos**. Brasília. Novembro 2007. 94 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 56, de 6 de novembro de 2008. Estabelece os procedimentos gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico – REBEM. **Diário Oficial da União**, Brasília, nov. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013 de 29 de Março de 2017. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União** de 29 de março de 2017, Edição: 62, Seção: 1, p. 3. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Atos do Poder Executivo. Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal – RIISPOA. **Diário Oficial da União** de 18 de agosto de 2020, Edição: 159, Seção 1, p. 5. Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº365, de 16 de julho de 2021. Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União** de 16 de julho de 2021, Edição: 138-A, Seção 1 – Extra A, p. 1. Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº651, de setembro de 2022. Aprova os procedimentos de vigilância e mitigação do risco da Encefalopatia Espongiforme Bovina - EEB nos estabelecimentos de abate. **Diário Oficial da União** de 12 de setembro de 2022, Edição: 173, Seção 1, p. 5. Brasília, 2022.

COMUNIDADE EUROPEIA. DIRETIVAS 93/119/CE (**Comunidade Europeia**) do Conselho, de 22 de Dezembro de 1993, relativa à proteção dos animais e/ou occisão. 1993.

COSTA, L. G. A. Abate humanitário de bovinos. 2016. 29f. Monografia (Técnico em Agropecuária) – Instituto Federal de Educação, **Ciência e Tecnologia de São Paulo**, Campus Barretos, 2016.

EUROPE. COUNCIL REGULATION (EC). No 1099/2009, of 24 September 2009 **on the protection of animals at the time of killing** (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union, L 303, 18 nov. p. 1-30. 2009.

FACHINI, B.C.; BERNDT, A.; TULLIO, R.R. et al. Desempenho de bovinos cruzados, machos não castrado e fêmeas, terminados em confinamento. **XXII Congresso brasileiro de Zootecnia**, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Capacitação implementar boas práticas de bem-estar-estar. Roma, 2009. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0483pt00.pdf>. Acesso em 09 set. 2020.

GOMES, N. B. N. et al. Freqüência de lesões em bovinos abatidos no matadouro municipal da cidade de Lavras, MG. **Veterinária Notícias**, v. 5, n. 1, p. 41-46, 1999.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2014. 336 p.

GRADIN, T. Assessment of stress during handling transport. **Journal of Animal Science, Champaign**, v. 75, p. 249-257, 1997.

GRANDIN, T. Developing measures to audit welfare of cattle and pigs at slaughter. **Animal Welfare Hertfordshire**, v. 21, n. 3, p. 351-356, 2012.

GRANDIN, T. Animal welfare and society concerns finding the missing link. **Meat Science, Champaign**, v. 98, n. 3, p. 461- 469, Nov. 2014.

GRANDIN, T. Recommended animal handling guidelines & audit guide: a systematic approach to animal welfare. Washington: American Meat Institute Foundation, **American Meat Institute Animal Welfare Committee**, 2017.

GREGORY, N. G. Stunning and slaughter. In: Animal welfare and meat science. Wallingford: CAB International, 1998, p. 223-240.

HEDRICK, H.B., ABERLE, E.D., FORREST, J.C., JUDGE, M.D., MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 3. ed., DUBUQUE: Kendal/Hunt Publ. Co., 1994, 354p.

LANDIM, K. P. Eficiência do procedimento de insensibilização de bovinos por pistola de impacto sem penetração e o reflexo da qualidade da carne. **Dissertação de mestrado**, Universidade Camilo Castelo Branco. 2011.

LOW, P. S. The Cambridge declaration on consciouness: causes and cosequences. In: congresso brasileiro de bioética e bem-estar animal: sensciência e bemestar animal: expandindo horizontes, 3., 2014, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR, 2014. Disponível em: <https://www.cfmv.gov.br/portal/uploads/anaisIV.pdf>>. Acesso em: set. 2022.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, P.; BARBALHO, P. C.; VILELA, J, A.; FERRARINI, C. **Abate humanitário – bovinos**. Rio de Janeiro. WSPA, 148p. 2012.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, T.; *et al.*, Abate humanitário de bovinos. São Paulo: **World Animal Protection, WPA**, 2015. 135p.

OIE. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL PARA SAÚDE ANIMAL. **Código Sanitário de Animais Terrestres**. 2014. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/Captulo7\\_5abatedeanimais.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/Captulo7_5abatedeanimais.pdf) . Acesso em: 28 nov. 2021.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne: Tecnologia de sua obtenção e transformação**. 2. ed. Goiânia: UFG, 2006, v. I. 624p.

RAMANTANIS, S. Avoiding the risk of dissemination of brain particles into the blood and carcass during cattle stunning: alternative method of stunning. **Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society**, v. 54, n. 3, p. 230–235, 2017.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A. M. Influência do banho de aspersão *ante-mortem* na eficiência da sangria e em parâmetros bioquímicos da carne bovina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.8, p. 1107-1115, 1995.

SANTOS, C. M. Influência do abate humanitário e bem-estar animal na qualidade da carne bovina: Uma Revisão. 2020. 22p. Disponível em: [https://dspace.uniceplac.edu.br/bitstream/123456789/608/1/Caio%20Marques%20os%20San%20tos\\_0013537.pdf](https://dspace.uniceplac.edu.br/bitstream/123456789/608/1/Caio%20Marques%20os%20San%20tos_0013537.pdf) Acessado em: 22 jul. 2022.

SILVA, B. V. C. **Abate Humanitário e o Bem-Estar Animal em Bovinos**. Porto Alegre: UFRS. 2012.

STEINER, H. Working model of stardadized technique for the hygienic slaughtering of cattle. **Fleischwirtschaft**, v. 63, p. 1186-1187, 1983.

TRECENTI, S. A. Abate Humanitário: Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano XI, Garça, SP, 2013.

WARRISS, P.D. The residual blood content of meat. A review. **Journal of Science Food Agriculture**, London, v. 28, p.457-462, 1977.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Terrestrial Animal Health Code**. Disponível em: [https://www.oie.int/en/standard-setting/terrestrial-code/access-online/?htmfile=chapitre\\_aw\\_introduction.htm](https://www.oie.int/en/standard-setting/terrestrial-code/access-online/?htmfile=chapitre_aw_introduction.htm). Acesso em: 23 nov 2021. 2021

# PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DO BAGAÇO DE UVA: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

# PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DEL ORUJO DE UVA: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

# BIOGAS PRODUCTION FROM GRAPE POMACE: BIBLIOMETRIC ANALYSIS

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.710-731>

**Guilherme Gomes de Sousa Magalhães**

Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
guilhermegomesdesousa123@gmail.com

**Leonardo César da Silva**

Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, leonardo.cesarsilva@ufrpe.br

**Liliana Andréa dos Santos**

Doutora em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
liliana.andrea.santos@gmail.com

**Tatiana Souza Porto**

Doutora em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
tatiana.porto@ufrpe.br

**André Felipe de Melo Sales Santos**

Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, andre.felipesantos@ufrpe.br

## Resumo

A uva é uma fruta cujo cultivo, adaptável a diferentes climas, solos e manejos, remonta a milênios, sendo consumida in natura ou processada de diversas formas. A indústria do vinho e suco de uva é uma das mais importantes dentre as da tipologia indústria de bebidas, com amplo e crescente consumo mundial. No Brasil a produção se concentra no Vale do São Francisco e Rio Grande do Sul, com uvas e vinhos de excelente qualidade. Em média, são necessários 1,3 kg de uvas para cada litro de vinho produzido, sendo que cerca de 20 a 30% da uva bruta resulta em resíduo, o bagaço de uva. Em 2021, a indústria vinícola gerou entre 6,82 e 10,23 milhões de toneladas de bagaço de uva. A utilização destes resíduos para geração de energia pode ser uma opção para a sua destinação, dentre as atuais utilizadas. Neste trabalho, foi feito um levantamento bibliométrico na plataforma SCOPUS, utilizando palavras-chave (ANAEROBIC DIGESTION; GRAPE POMACE/MARC) e operadores booleanos (AND/OR), a fim de identificar a produção científica e o estado da arte da geração de biogás e metano a partir do bagaço da uva. A análise bibliométrica utilizou o software Vosviewer, considerando um recorte temporal de 12 anos, entre os anos 2010 e 2022, resultando em um total de 33 artigos sobre o tema. Observou-se uma relação entre os principais produtores mundiais e a produção científica. O interesse crescente na temática da produção do biogás proveniente dos resíduos de uva esteve direcionado principalmente para seu uso nas próprias vinícolas, tendo em vistas as vantagens de geração de energia, calor e biofertilizante, agregando valor ao ciclo produtivo.

**Palavras-Chave:** vinho; bagaço de uva; produção de biogás; resíduos agroindustriais; potencial bioquímico de metano.

## Resumen

La uva es una fruta cuyo cultivo, adaptable a diferentes climas, suelos y manejos, se remonta a milenios y se consume tanto en estado natural como procesada de diversas formas. La industria del vino y el jugo de uva es una de las más importantes dentro del tipo de industria de bebidas, con un amplio y creciente consumo mundial. En Brasil, la producción se concentra en el Valle del São Francisco y Rio Grande do Sul, con uvas y vinos de excelente calidad. En promedio, se necesitan 1,3 kg de uvas para cada litro de vino producido, y aproximadamente el 20% al 30% de la uva en bruto se convierte en residuo, el bagazo de uva. En 2021, la industria vitivinícola generó entre 6,82 y 10,23 millones de toneladas de bagazo de uva. El uso de estos residuos para la generación de energía puede ser una opción para su destino, entre las opciones actuales utilizadas. En este trabajo, se realizó un levantamiento bibliométrico en la plataforma SCOPUS, utilizando palabras clave (ANAEROBIC DIGESTION; GRAPE POMACE/MARC) y operadores booleanos (AND/OR), con el fin de identificar la producción científica y el estado del arte en la generación de biogás y metano a partir del bagazo de uva. El análisis bibliométrico utilizó el software Vosviewer, considerando un período de 12 años, entre 2010 y 2022, lo que resultó en un total de 33 artículos sobre el tema. Se observó una relación entre los principales productores mundiales y la producción científica. El creciente interés en la temática de la producción de biogás a partir de los residuos de uva estuvo dirigido principalmente a su uso en las propias bodegas, debido a las ventajas de la generación de energía, calor y biofertilizante, lo que agrega valor al ciclo productivo.



**Palabras Clave:** vino; orujo de uva; producción de biogás; residuos agroindustriales; potencial bioquímico de metano.

## Abstract

Grapes are a fruit whose cultivation, adaptable to different climates, soils, and management practices, dates back millennia, being consumed fresh or processed in various ways. The wine and grape juice industry is one of the most important among beverage industries, with a broad and growing global consumption. In Brazil, production is concentrated in the São Francisco Valley and Rio Grande do Sul, with grapes and wines of excellent quality. On average, 1.3 kg of grapes are needed for every liter of wine produced, and approximately 20 to 30% of the raw grapes result in residue, grape pomace. In 2021, the wine industry generated between 6.82 and 10.23 million tons of grape pomace. Using these residues for energy generation may be an option for their disposal, among the current ones used. In this study, a bibliometric survey was conducted on the SCOPUS platform using keywords (ANAEROBIC DIGESTION; GRAPE POMACE/MARC) and Boolean operators (AND/OR) to identify the scientific production and state of the art in biogas and methane generation from grape pomace. The bibliometric analysis used *Vosviewer* software, considering a time frame of 12 years, from 2010 to 2022, resulting in a total of 33 articles on the subject. There was a relationship observed between the main world producers and scientific production. The increasing interest in the theme of biogas production from grape residues was mainly directed towards its use in wineries, considering the advantages of energy generation, heat, and biofertilizer, adding value to the production cycle.

**Keywords:** wine; grape pomace; biogas production; agro-industrial waste; biochemical methane potencial.

## Introdução

As frutas são alguns dos alimentos mais antigos conhecidos pela humanidade, consumidos há milênios em todos os continentes, sendo fonte de alimento para muitas culturas até os dias de atuais. Dentre as frutas mais conhecidas, as uvas têm seu espaço, originárias do oriente médio, (GRASSI, ARROYO-GARCIA, 2020). A grande capacidade de adaptação ao clima e ao solo dessa fruta as tornou a fruta mais produzida no mundo, chegando ao Brasil logo após o descobrimento em 1532 (LEÃO, 2010; SILVA, et al., 2018). A posição de destaque das uvas no cenário global e em diferentes regiões do planeta levou ao desenvolvimento de diversos produtos, como passas, sucos, doces, vinagre, geleias e licores, além do consumo in natura. No entanto, a indústria do vinho é, talvez, a que mais depende das uvas, de acordo com dados da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV).

O Vinho é uma bebida alcoólica conhecida há centenas de anos, desde os primeiros assentamentos humanos e a criação de videiras, entre 9.000 e 4.000 a.C.

Não há um consenso quanto à origem da bebida, havendo muitas variações com embasamentos, desde indícios do seu surgimento a 7.000 anos na região do Levante, entre a Síria, Fenícia (Atual Líbano) e Jordânia, até fabulas persas e passagens bíblicas. O vinho chegou à Europa através dos Egípcios e espalhou-se pela Grécia, França, Itália e Espanha (STANDAGE, 2005; SILVA et al., 2021).

De todo modo, o vinho é uma bebida antiga, originária do processo de fermentação alcoólica, que resulta no álcool presente na bebida (BORTOLETTO; HUNOFF; ALCARDE, 2021). O vinho está presente em muitas festividades, seja como um símbolo ou como um entretenimento casual. Está tão intimamente ligado à cultura humana que atualmente é a 6ª bebida mais consumida no mundo, sendo a 2ª entre as alcoólicas, atrás apenas da Cerveja. Essa paixão pela bebida foi responsável pela criação de uma enorme indústria vinícola, responsável por atender os anseios de seus consumidores ao redor do mundo.

O apelo pelo vinho torna-o um produto bastante valioso, com marcas exóticas e caras e muitos consumidores fiéis. No entanto, o consumo em grande escala traz consigo um problema a ser enfrentado: a questão dos resíduos gerados pelas indústrias vinícolas. A produção do vinho, assim como a de outros produtos derivados da uva, exige a extração do mosto, deixando para trás o bagaço, que muitas vezes é apenas descartado. No entanto, este poderia ser melhor aproveitado em outros processos produtivos, como na indústria de bioativos (cosmética e farmacêutica) ou reintroduzido no próprio ciclo produtivo da indústria do vinho para geração de energia, calor e biofertilizantes, utilizando alternativamente a digestão anaeróbia.

## Referencial teórico

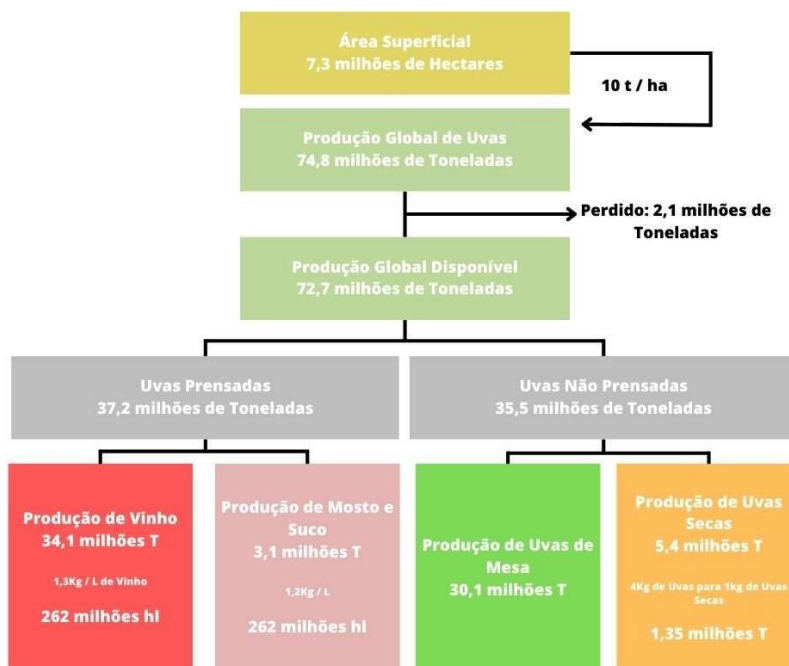
### Indústria do vinho e da uva

A indústria vinícola é uma área bastante lucrativa encontrada em todos os continentes, o que permitiu que essa indústria se espalhasse ao redor do mundo, o que tornou o vinho uma bebida com muitas variações de preços e qualidade, tornando-a uma bebida bastante difundida por todos os estratos sociais da sociedade, mesmo sendo considerada muitas vezes como uma bebida elitizada.

## Produção global e destinação

A OIV, avaliou em 2021, que os vinhedos cobriam uma área superficial de 7,3 milhões de hectares, produzindo um total de 74,8 milhões de toneladas de uvas frescas, correspondendo a uma produtividade de cerca de 10,2 toneladas por hectare (Figura 1).

**Figura 1:** Balanço mundial da produção de uvas em 2021.



**Fonte:** adaptado de Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector (OIV) (2022).

Parte dessa produção, cerca de 2,8%, foi perdida por diferentes fatores, o restante produzido foi destinado à diferentes finalidades, divididos em duas categorias: uvas prensadas e não prensadas. Cerca de 37,2 milhões de toneladas (52%) das uvas foram destinadas à prensagem, necessário para a produção de derivados da fruta. A maior parte destas, cerca de 34,1 milhões de toneladas (46,9%) foram destinados à produção de vinho, sendo este o produto mais comum produzido com as uvas do mundo, gerando cerca de 262 milhões de hectolitros. O restante das uvas prensadas (4,2% do total) foi destinado à produção de mostos e sucos, as quais produziram cerca de 26 milhões de hectolitros (1,2 kg uva/L vinho).

Segundo a INVINIC, para cada 1 litro de vinho são necessários 1,3 kg de uvas. Segundo a Embrapa, o bagaço da uva compreende entre 20% e 30% do peso de toda uva processada. Dessa forma, para cada 1 litro de vinho são gerados entre 260 e 390g de bagaço de uva. Em 2021, a indústria vinícola produziu cerca de 262 milhões de

hectolitros, com consumo de 34,1 milhões de toneladas de uvas, gerando entre 6,82 e 10,23 milhões de toneladas de bagaço de uva.

A outra parcela das uvas produzidas, cerca de 35,5 milhões de toneladas foram destinadas para a não prensagem, onde foram usadas em duas modalidades: uvas para consumo direto (“uvas de mesa”), representando a maior parcela destas uvas (41,4% do total) e o restante destinado à secagem (onde para 1kg de uvas secas são necessários 4kg de uvas).

### Produção mundial e nacional de uvas

No ano de 2021 os vinhedos ocuparam cerca de 7,3 milhões de hectares, área pouco menor que em 2020. Desde 2003, quando o auge de 7,8 milhões de hectares foi atingido, a área ocupada por vinhedos vem caindo, estando relativamente estável desde 2017. Essas terras produtivas estão divididas entre vários países. Na Tabela 1, são apresentados os 10 países com as maiores áreas produtivas em nível mundial.

**Tabela 1:** Áreas destinadas para produção de uvas do mundo.

País	2020 (10 <sup>3</sup> .ha)	2021 (10 <sup>3</sup> .ha)	Participação no Total em 2021 (%)
Espanha	961	964	13,1
França	796	798	10,9
China	783	783	10,7
Itália	719	718	9,8
Turquia	431	419	5,7
EUA	402	393	5,3
Argentina	215	211	2,9
Chile	207	210	2,9
Portugal	195	194	2,7
Romenia	190	189	2,6
Total	7.349	7.320	100

**Fonte:** Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector (OIV) (2022).

Pelos dados apresentados da Tabela 1, a Europa e Américas são os continentes com mais campos para produção de uvas. Na Europa os países com mais campos são: Espanha, França e Itália, e nas Américas os EUA, Argentina e Chile, estando entre os três primeiros. Um único país asiático, a China, se destaca entre os 10 países com as maiores áreas produtivas, contudo, ter mais áreas de vinhedos não significa necessariamente uma maior produção.

Os maiores produtores de uvas são apresentados na Tabela 2. Diferentemente do que vem ocorrendo com as áreas de produção (diminuição), a produção em si teve um aumento no período de 2001 até 2018, mas sofrendo uma pequena queda na produção, estando, desde 2019, relativamente “estável”. Esse fato teve relação provavelmente ao aumento da produtividade por hectare, devido ao uso de novas tecnologias e manejos da cultura. Na produção de uvas, a China lidera com ampla vantagem, com mais que o dobro da produção do segundo maior produtor, a Itália, e com os EUA (6° país com mais campos) ocupando a 3° posição. As diferenças de produção podem ter relação à diversos fatores, como cultura, clima e tecnologias usadas.

**Tabela 2:** Maiores produtores mundiais de uvas.

<b>País</b>	<b>2020 (10<sup>6</sup>.t)</b>	<b>2021 (10<sup>6</sup>.t)</b>	<b>Participação no Total em 2021 (%)</b>
China	14,8	14,8	19,6
Itália	6,4	6,4	8,4
EUA	5,4	6,1	8
Espanha	5,9	5,7	7,5
França	5,9	4,5	5,9
Turquia	4,2	3,7	4,9
Índia	3,4	3,5	4,6
Chile	2,4	2,9	3,8
Argentina	2,1	2,4	3,2
Austrália	1,7	2,2	2,9
Total	75,7	75,5	100

**Fonte:** Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector (OIV) (2022).

As uvas produzidas serão destinadas a diferentes finalidades, o que influencia no ranqueamento quanto aos maiores produtores de vinhos. A China, maior produtor de uva, tem a maior parte de sua produção destinada para o consumo direto da fruta. A Turquia (6° maior produtor) e a Índia (7° maior produtor), destinam pequenas porcentagens à secagem e porcentagens ainda menores à produção de vinho. Na Europa, por outro lado, a maior parcela das uvas é destinada para a produção de vinho, assim como nas Américas e Oceania.

Dessa forma é possível observar que a Ásia destina suas produções para o consumo direto, enquanto no resto do mundo a maior parte da produção é destinada para a produção de vinhos. No mundo as exportações vêm aumentando nos últimos

anos, assim como seu valor de mercado. Os países que exportam são Chile (12% das exportações mundiais), Peru (10%), Itália (9%), Países Baixos (7%) e África do Sul (7%). Enquanto os maiores importadores são EUA, Países Baixos, Rússia, Alemanha e Reino Unido.

O Brasil, segundo o anuário Brasileiro de Horti e Fruti (2022), possuía uma área de cultivo de vinhedos de cerca de 74,7 mil hectares, em 2020, reduzindo em 2021 a 74,3 mil hectares e chegando a 74,5 mil hectares, em 2022 (KIST; CARVALHO; BELING, 2022). A produtividade geral dos campos brasileiros se situava em torno de 19 toneladas por hectare (em 2020), superior à média global. Em 2021 a produtividade subiu para 22,9 toneladas por hectare, mostrando que, mesmo com a diminuição dos campos produtivos, a produção brasileira aumentou. Em 2020 o Brasil produziu 1,4 milhões de toneladas e 1,7 milhões de toneladas em 2021 e 1,6 milhões de toneladas em 2022, correspondendo, entretanto, em porcentagem a somente 1,8% e 2,2% da produção mundial.

No Brasil, os maiores produtores são os estados do Rio Grande do Sul, Pernambuco, São Paulo, Bahia e Santa Catarina, com grande destaque para os vinhedos Gaúchos (735 mil toneladas em 2020, 951 mil toneladas em 2021, 882 mil toneladas em 2022).

As uvas produzidas do Rio Grande do Sul são, em maior parte, destinadas à produção de vinhos, espumantes e sucos. As uvas do Vale do São Francisco, na divisa entre Bahia e Pernambuco, principalmente em Pernambuco (349 mil toneladas em 2020, 395 mil toneladas em 2021, 398 mil toneladas em 2022) são comumente destinadas para o mercado externo. As uvas produzidas no país já ganharam prêmios e reconhecidamente possuem boa qualidade.

### **Produção mundial e nacional de vinho**

O processo de produção do vinho consiste na fermentação natural do mosto de uvas, a qual ocorre por intermédio de leveduras, que atuam transformando os açúcares fermentescíveis em álcool e gás carbônico. Após a fermentação, ocorre o processo de prensagem do vinho e um estágio de repouso, onde o vinho obtém suas características organolépticas particulares. Somente após este período de repouso o vinho é engarrafado.

A produção do vinho não consome água diretamente, mas o cultivo da uva sim. Até que este seja engarrafado, as uvas utilizadas consomem, isto é, cerca de 610 litros por quilo de uva, o que corresponde à cerca de 870 litros de água por litro de vinho produzido. A produção de vinho no mundo foi estimada em cerca de 261,7 milhões de hectolitros em 2021. Os países com as maiores produções são apresentados na Tabela 3. A produção nos últimos anos tem variado bastante, estando em baixa desde o ano de 2018.

**Tabela 3:** Produção mundial de vinho.

<b>País</b>	<b>2020 (10<sup>6</sup>.hl)</b>	<b>2021 (10<sup>6</sup>.hl)</b>	<b>Participação no Total em 2021 (%)</b>
Itália	49,1	54,8	20,9
França	46,7	48,6	18,5
Espanha	40,9	44,4	16,9
EUA	22,8	23,9	9,1
Austrália	10,9	14,5	5,5
Chile	10,3	12,9	4,9
Argentina	10,8	12,9	4,9
África do Sul	10,4	10,3	3,9
Alemanha	8,4	9,5	3,6
Portugal	6,4	9,1	3,4
Outros Países	46,1	20,9	7,9
<b>Total</b>	<b>262,8</b>	<b>261,7</b>	<b>100</b>

**Fonte:** Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector (OIV) (2022).

Como visto nas tabelas anteriores, a China se destacou como a maior produtora de uvas, mas a maior parte de sua produção era destinada ao consumo interno de uvas, características comuns aos países Asiáticos. Enquanto os países Ocidentais produzem em menor quantidade mas, em sua maioria, essa produção é destinada à produção de vinho, o que explica o ranqueamento dos países: dos 10 maiores produtores 5 são europeus, 3 Americanos, além da Austrália e África do Sul (OIV, 2022).

O consumo de vinho no mundo, assim com a produção apresenta comportamento variado desde de 2007, variando até o ano de 2017, quando então o consumo caiu vertiginosamente até 2020, e desde então um pequeno aumento (OIV, 2022).

Assim como na produção, os países Europeus e Americanos lideram o ranqueamento dos maiores consumidores, como mostrado na Tabela 4.

**Tabela 4:** Consumo mundial de vinho.

<b>País</b>	<b>2020 (10<sup>6</sup>.hl)</b>	<b>2021 (10<sup>6</sup>.hl)</b>	<b>Participação no Total em 2021 (%)</b>
EUA	32,9	33,1	14
França	23,2	25,2	10,7
Itália	24,2	24,2	10,2
Alemanha	19,8	19,8	8,4
Reino Unido	13,4	13,4	5,6
Espanha	9,6	10,5	4,4
China	12,4	10,5	4,4
Rússia	10,3	10,5	4,4
Argentina	9,4	8,4	3,5
Austrália	6	5,7	2,4
Outros Países	72,7	74,1	31,4
<b>Total</b>	<b>233,8</b>	<b>235,3</b>	<b>100</b>

**Fonte:** Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector (OIV) (2022).

Se comparado com a produção, os maiores consumidores de vinho se mantêm na Europa e América, porém, os EUA ficaram no topo como país produtor, o que mostra que os EUA têm importado cada vez mais vinhos. A China, mesmo não figurando entre os maiores produtores de vinho e estando entre os maiores produtores de uvas, consome, apesar disso, grandes quantidades de vinho, o que também mostra que o país vem importando mais.

Os dados de exportação de vinho vêm crescendo nos últimos anos, assim como seu valor agregado. Os países que mais exportam são Espanha, Itália e França, países conhecidos pela qualidade dos vinhos. Estes três países correspondem à 53% das exportações de vinhos no mundo, 20%, 20% e 13%, respectivamente. Quanto às importações, os maiores importadores também são europeus, sendo três maiores a Alemanha, EUA e Reino Unido, além da China que aparece em 6°, como previsto. Os três maiores importadores correspondem à 38% das importações, 13%, 13% e 12%, respectivamente. A produção Brasileira de vinhos se concentra nas regiões Sul, Nordeste e Sudeste, principalmente nos Campos Gaúchos e no Vale do São Francisco, em especial no Rio Grande do Sul, internamente foram comercializados 270



mil hectolitros em 2021, com as exportações chegando a um número inferior de 8 mil hectolitros. **Caracterização do bagaço de uva**

O bagaço da uva é o principal resíduo do processo de fabricação de vinhos e outros produtos que passam pelo processo de prensagem, correspondendo de 20% a 30% do peso seco das uvas e podem se tornar um problema pela quantidade gerada. Geralmente as destinações adotadas envolvem destinação a compostagem, incorporação a ração animal, comercialização para indústria de bioativos.

O resíduo é uma das frações sólidas da uva a serem descartadas nos processos de produção, assim como a polpa e as sementes, estes também podem ser gerados em outros produtos como o suco de polpa. Sendo o bagaço o principal deles, e foco central deste estudo, suas características são apresentadas na Tabela 5 (EL ACHKAR et al., 2016).

**Tabela 5:** Parâmetros de caracterização físico-química do bagaço de uva.

<b>Parâmetros</b>	<b>Bagaço de Uva</b>
pH (100g de matéria sólida/L)	3,94
Sólidos Totais (Matéria Seca) (g. kg <sup>-1</sup> )	434 ± 5
Sólidos Voláteis (g. kg <sup>-1</sup> )	371 ± 5
DQO (g O <sub>2</sub> . kg <sup>-1</sup> )	610 ± 30
Nitrogênio Total (g N. kg <sup>-1</sup> )	7,0 ± 0,2
Fósforo Total (g P. kg <sup>-1</sup> )	2,2

**Fonte:** Adaptado El Achkar et al. (2016).

Como observa-se na Tabela 5, a maior parte da matéria presente no bagaço de uva é de natureza orgânica (carbonácea), sendo passível de utilização como fonte de biomassa na produção de biogás, por exemplo. O bagaço também apresenta as características de biomassas lignocelulósicas: presença de celulose (7,5%), hemicelulose (6,7%) e lignina (11,1%) na sua composição, mas sendo composto majoritariamente por água (56,6%) (EL ACHKAR et al., 2016).

A hemicelulose, presente na composição do bagaço é positiva para a digestão anaeróbia, uma vez que é mais facilmente degradável e representa a principal fonte de carbono para os microrganismos. A celulose e a lignina, por outro lado, têm efeito negativo sobre a digestão anaeróbia. A lignina é a mais refratária dos polissacarídeos estruturais, sendo insolúvel em água e resistente à degradação e oxidação microbiana. A celulose precisa de maiores potenciais energéticos para ser digerida devido a sua

formação cristalina que impede a penetração de microrganismos (ACHKAR et al., 2016).

### Digestão anaeróbia

O processo de digestão anaeróbia (DA) consiste no processo de digestão da matéria orgânica por microrganismos anaeróbios, isto é, realizam a degradação do material carbonáceo na ausência de oxigênio, sendo um processo natural e amplamente empregado em sistemas de tratamento cujo teor de matéria orgânica é elevado.

O processo de digestão tem por finalidade reduzir a fração orgânica de efluentes e resíduos às suas formas mais simples (mineralização). O resultado final gera dois subprodutos de grande valor agregado. O lodo ou digestato, material rico em matéria orgânica, pode ser usado para adubação ou como inóculo para outros reatores, e o Biogás, gás derivado do processo de digestão. Este é constituído majoritariamente de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e CH<sub>4</sub> (metano), o qual tem grande potencial para geração de energia via a queima deste em motores geradores gás ou para queima direta em caldeiras, gerando calor.

O processo de DA passou é uma das formas de mitigação da fração orgânica de efluentes e resíduos, por sua eficiência e capacidade de geração de outros produtos cuja utilização é mais sustentável. O uso da DA para resíduos lignocelulósicos, como os bagaços de frutas, pode ser uma alternativa bastante atraente para certos setores da indústria, em especial o setor agrícola, responsável pela geração de grandes volumes de resíduos orgânicos que podem assim ser melhor valorizados. A depender do Potencial Bioquímico de Metano (BMP), teremos uma noção dos ganhos da valorização energética desses resíduos. O BMP tem por função analisar o potencial de geração de biogás de determinado substrato, a partir da quantidade e da porcentagem de metano presente no biogás.

Biogás com altos teores de metano são melhores que aqueles mais ricos em dióxido de carbono, desta forma, determinar a geração, bem como a porcentagem de metano presente no biogás é a primeira etapa para se determinar se os resíduos de certa cultura ou indústria são apropriados para a geração de biogás e se esta rota de destinação final é economicamente viável. **Biogás da uva**

Determinar a geração de biogás e metano por certos resíduos orgânicos ajuda a visualizar possibilidades de tratamento e destinação para estes resíduos. Essa geração pode variar a depender das características dos próprios resíduos. No estudo de Kumar e Ramanathan (2021) das frutas analisadas, a uva é aquela que apresentou a maior porcentagem de carbono e a menor de oxigênio, enquanto a laranja apresentou a menor porcentagem de carbono e a maior de oxigênio. No estudo, Kumar e Ramanathan (2021) também calcularam a geração teórica de biogás, bem como a geração real, de várias frutas, e com relação a geração, a uva obteve a maior produção, tanto teórica ( $0,59 \text{ L CH}_4 \text{ g.VS}^{-1}$ ), quanto real ( $0,42 \text{ L CH}_4 \text{ g.VS}^{-1}$ ), mostrando uma relação entre a porcentagem de carbono e oxigênio do bagaço, uma vez que a laranja, fruto cujo bagaço apresentou a menor porcentagem de carbono e maior de oxigênio, obteve a menor geração teórica e experimental. A produção de biogás do bagaço uva, quando comparada com alguns outros resíduos de frutas, se mostra uma cultura bastante atrativa. Outros autores analisaram a geração de biogás a partir das diferentes partes da uva, em especial, o bagaço. Através de um estudo BMP, El Achkar et al. (2018) teve um rendimento de  $0,1305 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4 \cdot \text{kg.COD}^{-1}$  para o bagaço de uva bruto, porém essa geração pode ser potencializada a partir de pré-tratamentos. Outro fator relevante para a geração de biogás observada pelos autores são as frações lignocelulósicas do bagaço, as quais representam 49,5% dos Sólidos Voláteis da biomassa, que podem interferir muito na geração do biogás (ACHKAR et al., 2018).

## Metodologia

### Levantamento bibliométrico e bibliográfico

A análise bibliométrica é uma metodologia na qual se pode analisar grandes quantidades de publicações sobre um determinado tema, de modo a retirar relações de interesse e melhor entender o estado da arte de determinado tema num cenário determinado, em um determinado período de tempo, suas tendências e perspectivas. Sendo muito utilizada para identificar a evolução das pesquisas sobre certo tema, de modo a identificar novos avanços tecnológicos e entender de modo geral para quais setores da sociedade este tema tem sido mais desenvolvido. Este tipo de estudo facilita o alinhamento de novas pesquisas a temas de interesse e consegue visualizar melhor possíveis tendências de subtemas e interesses correlacionados entre estes.

No presente trabalho, foram levantados dados de publicações científicas internacionais, utilizando a plataforma CapesCafe, que dá acesso a universidades brasileiras às principais bases de dados. Destas, a SCOPUS foi escolhida por apresentar melhores resultados quando comparada com aos obtidos nas demais plataformas. As buscas foram realizadas a partir de palavras-chave que representassem bem o tema, de modo a encontrar publicações que se enquadrassem na temática do projeto de pesquisa a ser desenvolvido, “Produção de biogás a partir do bagaço de uva”, se tratando de um tema específico e bastante recente, as buscas resultaram em documentos recentes, com um espaço de 12 anos, de 2010 a 2022.

Foram definidos buscadores que facilitassem a assertividade do objeto da busca, retornando publicações relevantes. Para isso, os buscadores “Anaerobic Digestion”, a qual ligada pelo operador booleano “AND”, e “*Grape Pomace/Marc*”, “*Grape*” foi relacionado à outras duas palavras (“*Pomace*” e “*Marc*”), pelo operador booleano “AND”. Foi observado, durante revisões bibliográficas iniciais, que muitos artigos se referiam ao bagaço de uva, vezes por “*Grape Pomace*” vezes por “*Grape Marc*”, dessa forma, o operador booleano “OR” foi empregado entre ambas as palavras, para que os resultados de “*Grape Pomace*” e “*Grape Marc*” fossem ambos incluídos nas buscas, sem que estes entrassem em “conflito”. A língua inglesa foi a escolhida para os buscadores, por ser considerada a “Língua da Ciência” uma vez que é uma linguagem conhecida e compreendida por todo o mundo, dessa forma, usando esta linguagem, é possível obter resultados de todas as partes do globo.

Para análise e interpretação dos dados obtidos nas buscas, foram usados alguns programas externos, além das ferramentas próprias oferecidas pela SCOPUS. Estes foram programas mundialmente conhecidos que possibilitaram uma análise mais eficaz dos dados. Os dados foram inicialmente exportados para o *VOSviewer*®, o qual compilou os dados e os organizou, de modo a facilitar uma análise sistemática dos dados, e transformação destes em esquemas ilustrativos de fácil compreensão, tais como gráficos e tabelas. Como complemento, outros programas como *Excel*® e *MapChart*®, foram utilizados para elaboração de gráficos e tabelas.

## Resultados e discussão

### Quantificação e classificação da produção científica

A busca feita na plataforma SCOPUS forneceu uma base de dados composta por um total de 44 artigos, estes, foram submetidos a uma fase de análise individual muito criteriosa do conteúdo apresentado, a fim de identificar aqueles que não condiziam exatamente aos interesses da pesquisa. O Critério adotado foi, o artigo deve estar dentro da temática abordada pelo projeto, isto é, artigos que abordem a produção de biogás a partir do bagaço de uva, seja de forma primária, como objetivo principal, ou como objetivo secundário. Após a fase de revisão, dos 44 artigos inicialmente obtidos, 33 (75%) foram considerados adequados para o estudo, sendo esta uma boa quantidade, o que demonstrou que os operadores utilizados na prospecção foram adequados para o tema.

O interesse pelo tema foi percebido desde o ano onde a pesquisa foi iniciada, 2010, com pesquisas mais relacionadas à produção de biogás a partir de resíduos da Agroindústria, a partir deste ano. Em 2012 estudos quanto ao potencial de geração de energia a partir dos resíduos gerados em vinícola e focados na digestão anaeróbia do bagaço de uva, destacam-se. Na Figura 2 apresenta-se a evolução do número de publicações ao longo dos anos no período pesquisado, assim como a produção acumulada.



Foi possível observar, o interesse pelo tema teve crescimento lento, este padrão se deu na primeira metade do período (2010-2015), um recorte de 6 anos, o qual representou 21,2% do total de artigos, com uma média de 1,1 artigos por ano. Na

segunda metade do período, houve aumento significativo das publicações na área, em especial em vinícolas e na indústria alimentícia em geral, de 2015 para 2016. O aumento foi de 300%, logo em seguida uma queda de igual valor em 2017, e a partir de 2018 as publicações se mantêm constantes, sendo o período como mais publicações, representando 78,8%, num recorte de 7 anos (2016-2022), com uma média de 3,7 artigos por ano, com maiores picos de publicações nos anos de 2018 e 2022.

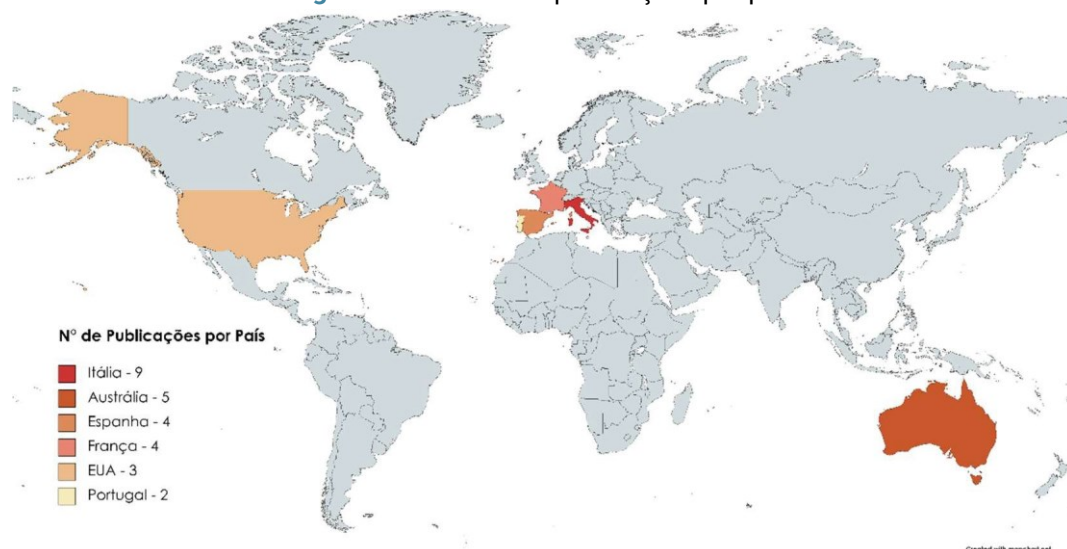
O primeiro período, entre os anos de 2010 a 2015, foi o período inicial, onde a temática do bagaço de uva muitas vezes se misturava com outros resíduos da indústria agrícola, o que fez com que o período fosse caracterizado por estudos mais relacionados a viabilidade e projetos quanto a geração de energia a partir desses resíduos, vindos principalmente do setor agrícola e vinícolas. Foi um período liderado pela Itália, o país com mais publicações no período, e também em todo o estudo (5 publicações), junto com Argentina (1 publicação) e EUA (1 publicação).

O segundo período, entre os anos de 2016 a 2022, foi onde se encontravam a maioria dos artigos encontrados, mostrando o avanço das pesquisas sobre o tema nos últimos anos, sendo o período mais recente. As publicações tiveram interesses mais diversos e inovadores, mas sempre com os mesmos princípios centrais, a geração de energia a partir do bagaço de uva, vindos principalmente da indústria alimentícia. Neste período, estudos quanto à viabilidade não foram priorizados, mas sim estudos descrevendo métodos para potencializar a geração de gás, a partir de métodos de pré-tratamento do bagaço, e também a extração de outros produtos de alto valor agregado (bioativos), sem impactar na geração de biogás, além do desenvolvimento de técnicas para previsão da geração de gás e níveis de metano. Neste período, o tema se popularizou no mundo, com artigos mais distribuídos pelo globo. O segundo período possui mais artigos demonstrando que a discussão do tema é bastante recente e também que vem se desenvolvendo com mais força nos últimos anos, sendo considerado um tema emergente de grande interesse para muitas indústrias.

A distribuição global das publicações (Figura 3) observadas, segue um padrão claro. Países conhecidos pela produção de uvas são aqueles com mais publicações: Itália, França e Espanha, na Europa e a Austrália na Oceania. Apenas países

considerados ricos tiveram mais de 1 publicação durante todo o período, em especial na Europa, onde o consumo e produção de vinho é bastante significativo.

**Figura 03:** Número de publicações por país



Fonte: própria (2022).

Pode-se notar que a temática da pesquisa é relevante a nível mundial, pois os 33 documentos publicados, estão distribuídos em 17 países, com pelo menos, um documento publicado. As publicações por países mostram grande interesse pelo assunto em países produtores e consumidores de vinho, sendo os três maiores produtores de vinho aparecendo entre os cinco países com mais estudos na área: Itália, Espanha e França. A presença destes países era esperada, devido a suas grandes produções e investimentos no setor da tecnologia. Países como China e Índia, com grandes produções de uvas, mas com produções prioritariamente destinadas ao consumo direto, não aparecem como muitos documentos, o que pode mostrar que o interesse pelo tema vem majoritariamente da indústria vinícola, que gera resíduos de forma periódica, constante e grandes quantidades e vê potenciais de valorização e aproveitamento.

Durante todo o período avaliado, as publicações foram feitas por vários pesquisadores e diferentes instituições acadêmicas, com a Itália sendo o país com o maior número de artigos publicados, por diferentes pesquisadores. Por outro lado, na França e Austrália, foi notado a existência de dois grupos de pesquisadores, estes sendo os autores com mais artigos publicados dentro da temática pesquisada.

Destacaram-se pesquisadores com mais artigos publicados na área, os Franceses, Libaneses e Australianos, todos com 4 artigos.

**Quadro 01:** Autores com mais publicações.

<b>Autores</b>	<b>N° de Documentos</b>	<b>País</b>	<b>Instituição</b>
El Achkar J. H.	4	França	Universidade Sul da Bretanha
Hobaika Z.	4	Líbano	Universidade São José de Beirute
Lanoisellé J. L.	4	França	Universidade Sul da Bretanha
Lendormi T.	4	França	Universidade Sul da Bretanha
Louka N.	4	Líbano	Universidade São José de Beirute
Maroun R. G.	4	Líbano	Universidade São José de Beirute
Salameh D.	4	Líbano	Universidade São José de Beirute
Ball A. S.	4	Austrália	Instituto Real de Tecnologia
Kassongo J.	4	Austrália	Instituto Real de Tecnologia
Shahsavari E.	4	Austrália	Instituto Real de Tecnologia

**Fonte:** própria (2022).

Os artigos franceses também podem ser considerados de origem libanesa, uma vez que pesquisadores da Universidade de Beirute participaram dos 4 artigos franceses, mesmo que como coautores.

O grupo de pesquisa de 7 pesquisados Franco-Libaneses realizou pesquisas entre os anos de 2016 a 2018, abordando a temática, inicialmente, com relação ao potencial bioquímico de metano (BMP) do bagaço de uma variedade uva, depois com relação outras variedades de uvas, afim de identificar possíveis variações, a influência do tempo de detenção hidráulica na produção do biogás e por fim, o pré-tratamento da fração de lignocelulose e seus efeitos sobre o biogás gerado pelo bagaço. O grupo Australiano, fez suas pesquisas mais recentemente, entre o ano de 2020 e 2022, no Instituto Real de Tecnologia, em Melbourne, sendo artigos que abordam situação mais específicas. Este grupo vem estudando a co-digestão do bagaço de uva e resíduos de queijo, o efeito da regulamentação operacional sobre a produção de metano (CH<sub>4</sub>) e a influência da razão Inoculo/Substrato na co-digestão do bagaço de uva e queijo.

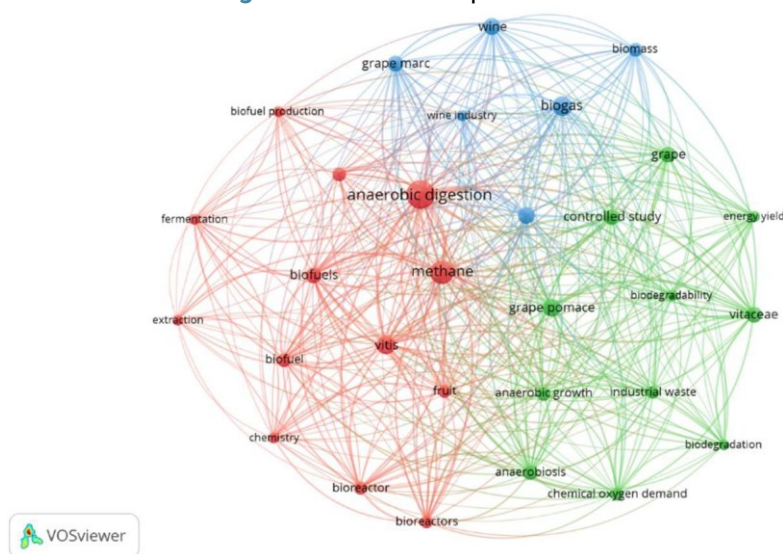
### **Frequência de palavras-chave**

Para facilitar o encontro de artigos similares, os operadores utilizados foram a principal ferramenta, mas estas palavras também podem ser utilizadas para criar uma conexão entre diferentes documentos, relacionando-os uns aos outros nos chamados “clusters”. Estes, são grupos que compartilham alguma semelhança, dessa forma é possível identificar as principais palavras-chave e entender o caminho que as



pesquisas vêm tomando com base nos assuntos que os artigos têm abordado com mais frequência. As conexões entre os assuntos e temas pesquisados podem ser mais facilmente observadas a partir de “nuvens de palavras” (Figura 4) onde é possível diferenciar os clusters por cores e as palavras mais importantes por tamanho e formato do cluster no qual se encontram.

**Figura 04:** Nuvem de palavras.



**Fonte:** própria (2022).

Das 33 publicações, foram obtidas 567 palavras-chave, destas, 32 palavras ocorreram no mínimo cinco vezes, o que significa uma prevalência de 5,64%. Na Figura 4 é possível identificar 3 (três) clusters distintos, diferenciados por cores, o Vermelho, Verde e Azul. Cada um dos clusters relaciona as palavras-chave de vários artigos que tem conexão entre si, dessa forma, é possível observar que o Cluster Vermelho, possui a palavras com a maior ocorrência (30), “*Anaerobic Digestion*” sendo a maior das palavras com mais conexões (257) e aquela que interliga todos os clusters diretamente e também “*Methane*” com 21 ocorrências, a segunda com mais força (217). O Cluster vermelho, é dedicado a área dos biocombustíveis, como é possível ver pela presença de palavras como “*Biofuel, Methane e Bioreactor*”, além dos biocombustíveis, nesse cluster também se encontram os métodos para sua geração, como “*Anaerobic Digestion e Fermentation*”, caracterizando o cluster dedicado a energia derivada de biocombustíveis provenientes de processos biológicos. O Cluster Verde, o segundo com maior força, onde se encontra a palavra “*Grape Pomace*” com 12 ocorrências, sendo a principal palavra-chave que interliga os cluster verde com os demais.

O Cluster Verde, pareceu ter uma relação aos resíduos agroindustriais, e outros resíduos industriais biodegradáveis, pela presença de palavras como “*Biodegradation, Grape Pomace e Industrial Waste*”, caracterizando o segundo cluster mais poderoso dos Resíduos Biodegradáveis. O Cluster Azul, o menor dos três, apresenta características de um cluster intermediário, apresentando características dos clusters Vermelho e Verde, Biocombustíveis e Resíduos Biodegradáveis, sendo o “cluster resultante”, onde se encontra o produto final de maior interesse para este estudo, o Biogás, o qual é suas palavras mais forte, que interliga o Cluster Azul com os demais. O Cluster Azul apresenta palavras relacionadas a geração de biogás a partir de biomassa, também onde se destaca o principal tipo de indústria para o qual a maioria dos estudos fora dedicada, as Vinícolas, essas características são visíveis pela presença de palavras como “*Biogas, Biomass, Grape Marc e Wine Industry*”, caracterizando o Cluster do Biogás. Foi possível identificar pela nuvem de palavras que a maioria dos artigos da base de dados tem relação com a produção de biogás a partir de bagaço de uva, principalmente vindos de vinícolas.

Os focos portanto, estiveram na própria natureza do processo de DA (cluster vermelho), nas tecnologias ligadas aos processos e resíduos agroindustriais (cluster verde) e na produção do biogás (cluster azul). Esta tendência demonstra que há um crescente interesse no uso da alternativa da DA de resíduos de uva, sendo ainda os desafios focados no processo e na natureza dos resíduos. A produção de biogás é uma consequência tendo em vistas os ganhos energéticos para o próprio ciclo produtivo (calor/energia/biofertilizante), mas os desafios ainda encontram-se relacionados as tecnologias e natureza desafiadora da degradação de resíduos lignocelulósicos.

## Considerações finais

A uva é uma fruta bastante cultivada na Europa, Ásia e America. Há uma correlação entre os países que mais pesquisam sobre o tema com aqueles que mais a produzem. A utilização do bagaço em vinícolas, pelo uso da digestão anaeróbia (DA) para produção de biogás vem crescendo nos últimos anos e se mostrando promissora para este tipo de resíduo, tendo em vistas os ganhos para o próprio ciclo produtivo (calor/energia/biofertilizante). As pesquisas recentes destacam também que o emprego de pré-tratamentos podem melhorar o rendimento da DA devido à natureza

lignocelulósica dos resíduos. De modo geral, a DA é uma alternativa que pode aliar o desenvolvimento econômico ao sustentável. O interesse crescente na temática mostra também um alinhamento do setor industrial a questões de valorização energética de resíduos com consequentes ganhos econômicos e ambientais.

## Referências

BORTOLETTO, A. M.; HUNOFF, T. S.; ALCARDE, A. R. Processos de vinificação para a obtenção de vinhos de qualidade no Brasil. **Revista de Visão Agrícola**. n. 14, 2021.

EL ACHKAR, J. H.; LENDORMI, T.; HOBAIKA, Z.; SALAMEH, D.; LOUKA, N.; MAROUN, R. G.; LANOISELLÉ, J. L. Anaerobic digestion of grape pomace: Biochemical characterization of the fractions and methane production in batch and continuous digesters. **Waste Management**. v. 50, p. 275-282, 2016.

EL ACHKAR, J. H.; LENDORMIA, T.; SALAMEH, D.; LOUKA, N.; MAROUN, R. G.; LANOISELLÉ, J. L.; HOBAIKA, Z. Influence of pretreatment conditions on lignocellulosic fractions and methane production from grape pomace. **Bioresource Technology**. v. 247, p. 881-889, 2018.

GRASSI, F.; ARROYO-GARCIA, R. Origins and Domestication of The Grape. **Front. Plant Sci**. v. 11, n. 1176. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389%2Ffpls.2020.01176>.

INVINIC – The Wine of Life. **How many grapes does it take to make a bottle of wine?** INVINC, Espanha. Disponível em: <https://blog.invinic.com/en/>. Acesso em: 04/12/2022.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro de Horti&Fruit 2022**. Santa Cruz: Editora Gazeta, 2022. p. 100; Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2022/>. Acesso em: 18/01/2023.

KUMAR, A.; RAMANATHAN, A. Theoretical analysis involved in the prediction of biomethane production from fruit wastes through anaerobic digestion. **Materials Today: Proceedings**. v. 46, n. 19, p. 9788-9793. 2021.

LEÃO, P. C. P. BREVE HISTÓRICO DA VITIVINICULTURA E A SUA EVOLUÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, vol. 7, p.81-85, 2010.

OIV – Internacional Organisation of Vine and Wine. OIV Statistics Database. OIV. Dijon/França. Disponível em: <https://www.oiv.int/what-we-do/statistics>. Acesso em: 14/11/2022.

SILVA, J. D.; SILVA, A. L.; MELO, R. L.; MENEZES, L. F. S.; BEZERRA, S. A. ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB SISTEMA DE CULTIVO DA UVA, PASTAGEM E MATA NATIVA,

NO MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE FERRER-PE. IV Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER – PDVAGRO 2018. 2018.

SILVA, L. H.; MAGALHÃES, P.; PINHEIRO, B. C. S. O VINHO NO EGITO ANTIGO: UMA DOSE DE HISTÓRIA DA QUÍMICA. REDEQUIM – **Revista Debates em Ensino de Química**. v. 2, n. 2, 2021.

STANDAGE, T. **História do Mundo em 6 Copos**. 1ª ed. Nova Iorque: Zahar, 2005. p. 215.

# RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE ALGODÃO: ESTRATÉGIAS ECO-RESPONSÁVEIS PARA GERAÇÃO DE BIOENERGIA

## RESIDUOS DE LA INDUSTRIA ALGODONERA: ESTRATEGIAS ECO-RESPONSABLES PARA LA GENERACIÓN DE BIOENERGÍA

## COTTON INDUSTRY WASTE: ECO-RESPONSIBLE STRATEGIES FOR BIOENERGY GENERATION

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.732-748>

**Carlos Rafael Silva de Oliveira**

Departamento de Engenharia Têxtil (DET-CTE), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC),  
carlos.oliveira@ufsc.br

**Júlia de Oliveira Martins Müller**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC),  
julia.omm@posgrad.ufsc.br

**Patrícia Viera de Oliveira**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC),  
p.v.oliveira@posgrad.ufsc.br

**Afonso Henrique da Silva Júnior**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC),  
afonso.silva@posgrad.ufsc.br

**Tarcísio Wolff Leal**

Pós-graduação em Engenharia de Materiais (PIPE), Universidade Federal do Paraná (UFPR),  
tarcisio.leal@ufpr.br

## Resumo

Com base em estimativas atuais, a produção global de fibra de algodão é de aproximadamente 25 milhões de toneladas, gerando cerca de 50 milhões de toneladas de resíduos de biomassa. Diversas estratégias estão sendo exploradas para aproveitar esses resíduos, como compostagem, gaseificação, pirólise, fermentação (etanol), digestão anaeróbica e incineração direta. No entanto, os resíduos sólidos resultantes do processo de descaroçamento do algodão não podem ser diretamente utilizados nas fazendas devido a preocupações sanitárias. A compostagem, seja na própria fazenda ou em instalações de beneficiamento, tem sido considerada como uma opção viável para desinfetar patógenos e degradar pesticidas. No entanto, enfrenta desafios relacionados à demanda limitada no mercado e preocupações com doenças. Por outro lado, os resíduos de algodão desempenham um papel importante na redução da perda de carbono do solo, na manutenção do teor de carbono orgânico e na proteção da superfície do solo. A conversão desses resíduos em energia por meio de processos como gaseificação, pirólise e digestão anaeróbica permite uma redução da área necessária para o processamento, e a energia gerada pode compensar os altos custos de capital associados a esses métodos. O objetivo principal deste estudo é analisar o tamanho da indústria do algodão e seus subprodutos relacionados. Foram avaliados os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças das diferentes opções de aproveitamento dos resíduos de algodão durante o processo de beneficiamento. As considerações técnicas, ambientais e econômicas de cada opção de gerenciamento de resíduos forneceram as bases para as conclusões e recomendações deste estudo.

**Palavras-chave:** descaroçamento do algodão; agricultura sustentável; aproveitamento de resíduos; resíduos de algodão.

## Resumen

Según las estimaciones actuales, la producción mundial de fibra de algodón es de aproximadamente 25 millones de toneladas, lo que genera alrededor de 50 millones de toneladas de residuos de biomasa. Se están explorando varias estrategias para aprovechar estos residuos, como el compostaje, la gasificación, la pirólisis, la fermentación (etanol), la digestión anaeróbica y la incineración directa. Sin embargo, los desechos sólidos resultantes del proceso de desmotado de algodón no se pueden utilizar directamente en las granjas debido a problemas de salud. El compostaje, ya sea en la finca o en las instalaciones de procesamiento, se ha considerado como una opción viable para desinfectar patógenos y degradar pesticidas. Sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con la demanda limitada del mercado y las preocupaciones por enfermedades. Por otro lado, los desechos de algodón juegan un papel importante en la reducción de la pérdida de carbono del suelo, manteniendo el contenido de carbono orgánico y protegiendo la superficie del suelo. La conversión de estos desechos en energía a través de procesos como la gasificación, la pirólisis y la digestión anaeróbica permite reducir el área requerida para el procesamiento y la energía generada puede compensar los altos costos de capital asociados con estos métodos. El objetivo principal de este estudio es analizar el tamaño de la industria algodonera y sus derivados relacionados. Se evaluaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de las diferentes opciones para el uso de residuos de algodón durante el

proceso de procesamiento. Las consideraciones técnicas, ambientales y económicas de cada opción de gestión de desechos sirvieron de base para las conclusiones y recomendaciones de este estudio.

**Palabras clave:** desmotado de algodón; agricultura sostenible; aprovechamiento de residuos; residuos de algodón.

## Abstract

Based on current estimates, the global production of cotton fiber is approximately 25 million tons, resulting in about 50 million tons of biomass waste. Various strategies are being explored to utilize this waste, including composting, gasification, pyrolysis, fermentation (ethanol), anaerobic digestion, and direct incineration. However, due to sanitary concerns, the solid waste generated from the cotton ginning process cannot be directly used on farms. Composting, either on-farm or in processing facilities, has been considered a viable option for pathogen disinfection and pesticide degradation. However, it faces challenges related to limited market demand and disease concerns. On the other hand, cotton waste plays an important role in reducing soil carbon loss, maintaining organic carbon content, and protecting soil surface. Converting these waste materials into energy through gasification, pyrolysis, and anaerobic digestion reduces the processing area, and the generated energy can offset the high capital costs associated with these methods. The primary objective of this study is to analyze the size of the cotton industry and its related byproducts. Different cotton waste utilization options' strengths, weaknesses, opportunities, and threats during the processing stage have been evaluated. The technical, environmental, and economic considerations of each waste management option form the basis for the conclusions and recommendations of this study.

**Keywords:** cotton ginning; sustainable agriculture; use of waste; cotton waste.

## Introdução

Durante o processo de descaroçamento do algodão, são removidos aproximadamente 50 a 60 kg de resíduos para cada fardo de algodão bruto produzido, que pesa cerca de 200 kg. Atualmente, o descarte desses resíduos tem se tornado um problema crescente para a indústria de beneficiamento do algodão em pluma. Normalmente, esses resíduos são armazenados em grandes leiras. Nesse contexto, os caules deixados no campo após a colheita do algodoeiro representam a principal fonte de biomassa residual (TERRAPON-PFAFF, 2012). De acordo com estimativas de Sharma-Shivappa e Chen (2008), entre 5,2 e 5,6 toneladas de caules por hectare são deixados no campo após cada colheita de algodão. Com o aumento da quantidade de resíduos gerados a cada safra, a área necessária para o descarte desses resíduos também aumenta anualmente. Também é importante destacar que grandes estoques desses resíduos apresentam risco de combustão espontânea.

A reutilização direta dos resíduos de descaroçamento do algodão nos solos de cultivo de algodão é desencorajada devido ao risco de presença de patógenos e teores de pesticidas em algumas amostras de resíduos frescos, como a murcha de *Verticillium* (CUMAGUN, 2012). Por essa razão, a compostagem em leiras, seguindo os padrões especificados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA - *Environmental Protection Agency*), é considerada uma estratégia eficaz para a desinfecção dos patógenos (CUMAGUN, 2012). Nesse processo, a maioria dos resíduos de pesticidas se degrada rapidamente a níveis aceitáveis. A utilização dos resíduos do beneficiamento do algodão como fonte de energia apresenta vantagens significativas, uma vez que o processo de descaroçamento demanda grandes quantidades de energia elétrica para operar os equipamentos de processamento, além do consumo elevado de energia térmica para a secagem do algodão bruto, o qual geralmente utiliza gás liquefeito de petróleo (GLP). A biomassa dos caules de algodão possui um teor energético considerável, sendo neutra em carbono e mais favorável em comparação aos combustíveis fósseis (VELMOURUGANE et al., 2021). O uso adequado desses resíduos contribuiria para a redução dos custos de descarte, além de representar uma potencial fonte de energia renovável e carbono para o solo.

Apesar das limitações mencionadas, a biomassa presente nos campos de algodão representa simultaneamente uma valiosa fonte de energia para os produtores e uma oportunidade para reduzir os custos e os impactos ambientais dos atuais sistemas de descarte. Este estudo aborda as práticas utilizadas atualmente na cotonicultura para aproveitar esses resíduos, apresentando diversos métodos para a sua utilização na fazenda e após o processamento. O artigo discute as vantagens e desvantagens de cada um desses métodos, bem como a receita potencial gerada. Seu objetivo é auxiliar pesquisadores, agricultores e investidores na tomada de decisão em relação ao aproveitamento dos resíduos do algodão para fins energéticos.

## Referencial teórico

O algodão é a fibra natural mais amplamente utilizada e teve uma produção global de aproximadamente 26,7 milhões de toneladas, com um consumo de cerca de 22,9 milhões de toneladas na temporada 2019/2020 (LOCKLEY, [s.d.]). O algodão é



reconhecido como a fibra natural mais economicamente importante. Essa fibra, composta principalmente de celulose, é obtida a partir das flores do algodoeiro (*Gossypium* sp.) (KIM et al., 2017). As flores do algodão uma vez fecundadas evoluem e formam as cápsulas/capulho de algodão, que contêm as fibras que envolvem as sementes de algodão. Após a colheita das cápsulas, as fibras são separadas das sementes através do processo de descaroçamento e, em seguida, são compactadas em fardos para uso nas etapas subsequentes da indústria, como a fiação (WANJURA et al., 2019).

Do momento da colheita até o descaroçamento, são produzidos três principais subprodutos: os caules do algodoeiro, os resíduos do descaroçamento e as sementes de algodão. Os caules do algodoeiro são os restos das plantas deixados no campo após a colheita das cápsulas de algodão. Os resíduos do descaroçamento são gerados durante as etapas de limpeza do algodão, que envolvem o beneficiamento da pluma (VELMOUROUGANE et al., 2021). Por outro lado, as sementes de algodão são coletadas após o descaroçamento, quando as fibras são separadas das sementes. Embora as sementes de algodão sejam utilizadas como matéria-prima nas indústrias de óleo de algodão e para o cultivo de novas plantas de algodão, os caules do algodoeiro e os resíduos do descaroçamento são considerados resíduos que precisam ser descartados pelos produtores da fibra (VELMOUROUGANE et al., 2021).

Dentre esses resíduos, os resíduos do descaroçamento são especialmente complexos, pois consistem em uma mistura heterogênea de restos de cápsulas de algodão, fibras de algodão, sementes imaturas e quebradas, galhos, pedaços de folhas e outras partículas finas. A quantidade de resíduos do descaroçamento gerada varia consideravelmente e depende de vários fatores, como o método de colheita, as técnicas de descaroçamento e a origem e variedade do algodão. As práticas comuns de descarte desses resíduos incluem o aterro e a compostagem (para melhorar o solo). Em um estudo realizado nos Estados Unidos em 2001, um descaroçador relatou a produção de 14.437 toneladas de resíduos, com um custo de aproximadamente US\$ 110.000 para o descarte, enquanto produzia 55.000 fardos de algodão. Portanto, como o aumento populacional e da produção mundial, os resíduos do descaroçamento do algodão representam um desafio significativo para as indústrias de beneficiamento de algodão em todo o mundo (G. A. HOLT et al., 2004).

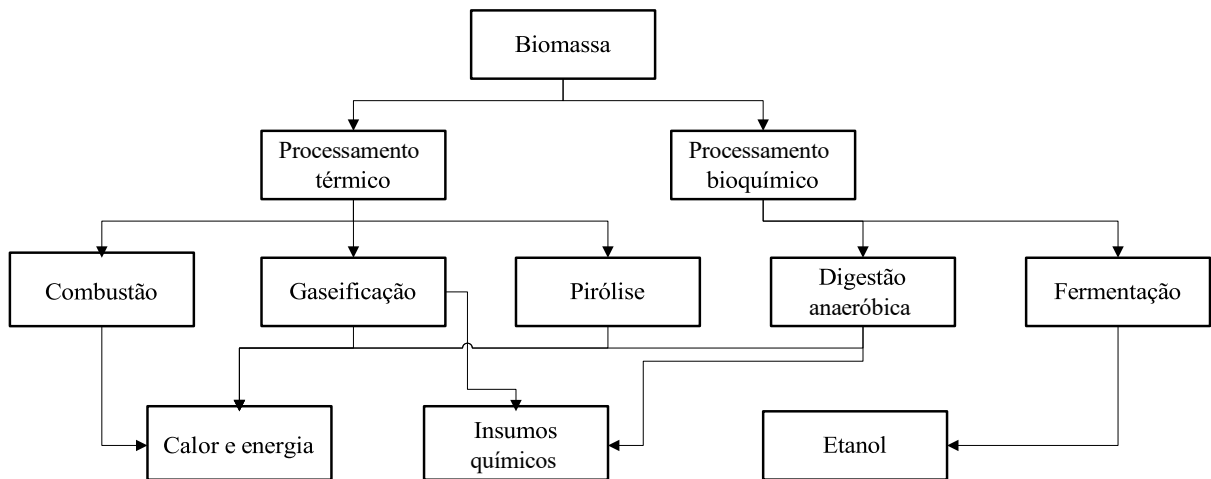
## Metodologia

Para o desenvolvimento deste artigo foram realizadas buscas nas bases científicas *ScienceDirect*, *Scopus*, *Google Scholar*, *Springer* e *Wiley Online Library*. As palavras-chave utilizadas foram: algodão (*cotton*), resíduos de descaroçamento (*ginning waste*), produção mais limpa (*cleaner production*), aproveitamento de resíduos (*waste utilization*) e agricultura sustentável (*sustainable agriculture*). Todas as buscas foram executadas em inglês. A seleção dos trabalhos considerados ocorreu por meio da leitura dos títulos e resumos dos trabalhos encontrados. Foram incluídas as publicações que estavam dentro do escopo do tema aqui proposto. Portanto, nessa revisão o objetivo foi o de abordar a relação entre a produção sustentável de algodão e o correto destino dos resíduos gerados pela indústria de beneficiamento de pluma, enfatizando o potencial uso desses resíduos para a geração de bioenergia e os consequentes ganhos econômicos, sociais e ambientais.

## Tipos de resíduos de algodão e seu potencial de utilização

Há uma grande variedade de resíduos gerados como subprodutos da colheita e processamento do algodão. Esses resíduos podem ser classificados em resíduos agrícolas e industriais. A biomassa derivada desses resíduos pode ser transformada em diferentes tipos de biocombustíveis, como bioetanol e biogás. O bioetanol pode ser usado como alternativa à gasolina, enquanto o biogás pode substituir o gás natural nas atividades agrícolas. Nesta seção, são abordadas apenas as estratégias de aproveitamento dos resíduos agrícolas. Os resíduos de origem industrial serão discutidos em uma seção seguinte. A Figura 1 apresenta uma classificação abrangente das opções de processamento da biomassa.

**Figura 1:** Classificação de processamento da biomassa.



Fonte: adaptado de (SCHUCK, 2007).

Os resíduos do plantio de algodão, como caules e folhas das plantas, são considerados subprodutos após a colheita. Antes da colheita, as plantas de algodão são desfolhadas e a maioria das folhas caem naturalmente no chão. Os caules e raízes restantes possuem uma composição bastante lenhosa. Nesse contexto, existem opiniões divergentes sobre a utilização direta (sem prévia compostagem) desses resíduos após a colheita. Geralmente, esses resíduos são enterrados no solo durante as operações de preparação. No entanto, essa prática requer grande quantidade de energia e pode resultar na degradação da estrutura do solo. Por essas razões, os resíduos de algodão são considerados uma biomassa de valor negativo para aplicações diretas no solo, mas em contrapartida são uma fonte promissora para a produção de bioenergia (COATES, 2000; GEMTOS, 1999).

A energia específica dos caules de algodão varia de 14,5 a 18,1 MJ/kg (COATES, 2000; TWIDELL, 2021), o que é comparável à energia específica da madeira, que varia de 17,4 a 18,6 MJ/kg. Para obter resultados energéticos ideais, são necessários pré-tratamentos para a queima dos caules do algodoeiro. Durante a queima, são gerados subprodutos como  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO e  $\text{CO}_2$ . Um estudo realizado por Sun et al. (2008) demonstrou que a queima dos caules de algodão em um reator de leito fluidizado resulta em concentrações de  $\text{NO}_2$  inferiores a 1 ppm. As emissões de  $\text{SO}_2$  e NO podem variar de 32 a 55 ppm e 110 a 153 ppm, respectivamente. Com uma concentração de oxigênio de 6%, a eficiência da combustão varia de 98,52% a 99,81%.

O Quadro 1 apresenta a composição química dos resíduos de caules em base seca. Essas propriedades tornam os caules de algodão uma fonte de energia

considerada importante entre os resíduos agrícolas, especialmente em países com produção em grande escala, como Austrália, China, Brasil, Índia, Paquistão e Turquia (ISCI; DEMIRER, 2007). Os cinco maiores produtores de algodão do mundo (China, Índia, EUA, Paquistão e Brasil) foram responsáveis por cerca de 80% da produção global em 2015 e 2016. Atualmente, Índia e China juntas representam mais de 50% da produção mundial de algodão. Devido a essa alta produção, a quantidade de resíduos das plantas de algodão (caules, folhas e cascas) também é significativa nos principais países produtores de algodão, incluindo o Brasil como um dos cinco maiores produtores do mundo. À medida que o potencial dos resíduos de algodão tem despertado interesse entre os pesquisadores, a viabilidade de suas várias aplicações tem sido objeto de muitos estudos nos últimos anos (TUNÇ; TANACI; AKSU, 2009).

**Quadro 1:** Composição típica dos resíduos de caule de algodoeiro.

<b>Nutrientes</b>	<b>Caule de algodoeiro (%)</b>
Compostos orgânicos voláteis (COVs)	65,4
Conteúdo de cinzas	17,3
Carbono fixo	17,3
Teor de umidade	23 – 62,3
Calor bruto de combustão	15,84 MJ/kg
<b>Composição elementar</b>	
Carbono	39,47
Hidrogênio	5,07
Oxigênio	39,1
Nitrogênio	1,2
Enxofre	0,02
Cinza residual	15,1

**Fonte:** adaptado de (GORDON et al., 2001)

Durante o processo de descaroçamento do algodão bruto, é comum haver a presença de aproximadamente 10% de material indesejado, conhecido como resíduo de descaroçamento de algodão (STUCLEY et al., 2004). Esse resíduo é composto por fragmentos secos de capulho, caules, caroços imaturos, fibrilas, fragmentos de folhas e outras sujidades. Apesar de ser descartado, o resíduo de descaroçamento possui valor nutricional e bioenergético. No entanto, o seu descarte é atualmente um desafio para as indústrias de beneficiamento de pluma de algodão. Existem várias formas comuns de descartar esse resíduo, como a aplicação direta no solo após a compostagem ou o uso como alimento de baixo valor nutricional para o gado bovino.

A composição nutricional do resíduo de descaroçamento varia de acordo com cada fazenda. Em uma análise realizada com amostras de resíduos de descaroçamento coletadas de 26 unidades de descaroçamento de algodão na Geórgia (EUA), durante a safra de 1997, foi constatada uma variação no teor de proteína bruta de 2% a 16%, no teor de NDT (Nutrientes Digestíveis Totais) de 16% a 62%, e na umidade de 8% a 60% (MYER, 2008). Para fins energéticos, o resíduo de descaroçamento com menor teor de umidade é mais favorável. Portanto, é recomendado que o armazenamento desses resíduos seja realizado em áreas cobertas a fim de protegê-los das condições climáticas regionais. O Quadro 2 apresenta a composição química do resíduo de descaroçamento de algodão em comparação com o feno de capim.

**Quadro 2:** Composição típica de resíduos de descaroçamento de algodão x feno de capim seco.

<b>Nutrientes (%)</b>	<b>Resíduos de descaroçamento</b>	<b>Feno de capim</b>
Matéria seca	90	90
Proteína bruta	7	8
Fibra	40	33
Lignina	14	9
Lipídios	2	2
Cinzas	10	8
Nutriente digestível total	44	50
Cálcio	0,8	0,5
Fósforo	0,2	0,2
Potássio	1,2	1,5
Magnésio	0,2	0,2
Sódio	0,1	0,1

Fonte: adaptado de (MYER, 2008).

## Aproveitamento de restos de algodão

### Caules do algodoeiro

#### Alimentação do gado

O aproveitamento de caules e galhos de algodoeiro como alimento para bovinos não é recomendado por diversos motivos. Em primeiro lugar, existe o risco de contaminação dos animais pelo endossulfan, um inseticida e acaricida comumente utilizado nas plantações de algodão. Além disso, esses resíduos possuem baixo valor nutritivo quando comparados a outras fontes alternativas de alimentação. Na Austrália, um memorando estabelecido entre o Cattle Council of Australia e a indústria

de algodão local proíbe o acesso do gado às áreas de cultivo de algodão, o que significa que em alguns países o uso desses resíduos como alimento para o gado já é explicitamente desconsiderado (MYER, 2008).

### Compostagem

A compostagem dos caules de algodoeiro envolve a coleta das plantas após a colheita utilizando um equipamento de corte específico e posterior empilhamento dos galhos. Para o processo de compostagem, é possível picar os caules de algodoeiro após a colheita. A pilha de biomassa deve ser mantida úmida e passar por um período de compostagem de aproximadamente 3 a 5 meses, atingindo uma temperatura de maturidade em torno de 60 °C (RILEY, 2012). Existem dois métodos distintos de compostagem: a compostagem passiva (armazenamento), que resulta em um produto com variação considerável e de pouco valor comercial, e a compostagem ativa, que leva à obtenção de um composto curado de maior valor. É preferível realizar compostagens de alta qualidade para atender às exigências do paisagismo urbano e do mercado de jardinagem.

### Incineração

Para o aproveitamento dos caules de algodoeiro também é possível utilizá-los como uma fonte de energia. Diversos estudos indicam que esses caules apresentam uma eficiência e um tempo de queima superiores em comparação com a palha de milho e os resíduos de soja. Quanto maior a densidade dos caules, mais prolongada é a combustão. Um estudo conduzido por Sumner et al. (1981) revelou que o calor disponível da queima correspondia de 45% a 64% da energia total da biomassa, conforme determinado por testes calorimétricos. A coleta de resíduos para a geração de energia tem se mostrado eficiente, uma vez que a quantidade de energia necessária para coletar e processar esses resíduos é apenas uma pequena fração do conteúdo energético presente neles (COATES, 2000). No estudo de Coates (2000), foi demonstrado que é possível combinar os resíduos da planta de algodoeiro com cascas de noz-pecã para produzir briquetes que são comercialmente aceitáveis. Considerando o teor de energia dos caules de algodoeiro de 14,5 MJ/kg e a quantidade anual de caules produzidos (cerca de 5,2 toneladas por hectare), estima-se que seja

possível obter aproximadamente 24,8 PJ de energia por meio da queima desses caules. Se considerarmos que uma tonelada de carvão preto pode produzir 28 GJ de energia a um preço de US\$ 110 por tonelada, o ganho potencial com a queima dos caules de algodoeiro pode chegar a cerca de US\$ 97,5 milhões.

## **Pirólise**

A pirólise é um processo de conversão de biomassa em energia, no qual os materiais de biomassa são decompostos termicamente em altas temperaturas, sem presença de oxigênio. A fração volátil liberada de um reator de pirólise é direcionada para um reator de craqueamento, onde moléculas orgânicas complexas são quebradas em moléculas mais simples e posteriormente condensadas em um condensador. A pirólise pode gerar diversos produtos, como gás combustível, carvão vegetal e bio-óleo (R. R. SHARMA-SHIVAPPA; Y. CHEN, 2008). Em um estudo realizado pela Universidade do Arizona, galhos de algodoeiro foram submetidos à liquefação em um sistema de pirólise. Esse processo resultou na produção de um combustível líquido, conhecido como bio-óleo, com um poder calorífico de aproximadamente 37,2 MJ/kg, o dobro do poder calorífico da biomassa inicial. Para obter um bom desempenho do processo, é necessário realizar um pré-tratamento, como a secagem da biomassa para reduzir a umidade a menos de 10-15%, antes de realizar a pirólise. Além disso, o tamanho das partículas alimentadas normalmente varia entre 20 e 80 mm no sistema (MCKENDRY, 2002). No entanto, manter a consistência do produto é um desafio significativo nesse processo.

## **Resíduos do descaroçamento de algodão**

Existem diversas opções disponíveis para o aproveitamento dos subprodutos provenientes do algodoeiro, como a disposição em resíduos sólidos, a incorporação no solo, a compostagem, a incineração e a utilização como matéria-prima para outros produtos. Apesar dos esforços em encontrar aplicações alternativas para os resíduos do descaroçamento, a maior parte desses resíduos ainda é descartada nos campos. Em termos gerais, os resíduos do descaroçamento de algodão são compostos por galhos, folhas, cascas, partículas de solo, outros materiais vegetais, pequenos detritos e fibras de algodão. A proporção aproximada desses componentes nos resíduos é de

11,1% para fibras de algodão, 48,6% para cascas de capulho, 8,4% para galhos e 32,1% para partículas vegetais finas (com tamanho inferior a 5 mm) (JEOH, 1998).

### Gaseificação e formação de carvão

Recentes estudos testaram a gaseificação de resíduos provenientes do descaroçamento de algodão utilizando um reator de leito fluidizado. Considerando aspectos econômicos, o Sistema de Conversão Termoquímica de Biomassa (SCTB) apresentou uma baixa lucratividade líquida dos produtos gasificados em comparação ao custo-benefício do gás natural. No entanto, a pesquisa revelou que o subproduto resultante do processo tem potencial para ser utilizado como carvão ativado em estações de tratamento de água e esgoto. Foi relatado que o carvão ativado produzido a partir dos resíduos de descaroçamento de algodão pode ser comercializado por US\$ 200 por tonelada, o que representa um décimo do preço do carvão ativado disponível comercialmente. Essa vantagem financeira do carvão ativado proveniente dos resíduos do descaroçamento do algodão representa uma oportunidade promissora para a utilização desses resíduos (R. R. SHARMA-SHIVAPPA; Y. CHEN, 2008).

No estudo conduzido por Figueroa et al. (2013), foi evidenciado que a gaseificação de cada tonelada de material lignocelulósico seco, como o bagaço, pode gerar aproximadamente 145 kg de gases (hidrogênio, monóxido de carbono e metano), enquanto o restante consiste em carvão, alcatrão e dióxido de carbono. O dióxido de carbono representa uma parcela significativa da produção, estimada em cerca de 184 kg por tonelada de material seco. O Quadro 3 apresenta uma receita potencial para esse processo, chegando a até US\$ 6,8 milhões, não considerando os custos de capital e operacionais. O Quadro 3 considera um teor médio de umidade de 30% para o material sólido alimentado ao reator, que será perdido durante o processo, e 20% de resíduo de cinzas (sujeira, minerais) que não participa da reação. Portanto, apenas 50% do substrato está diretamente envolvido na produção desses produtos.

**Quadro 3:** Potencial de energia e receita de gaseificação a 900 °C e 60 min.

Método	RDA <sup>a</sup> (kg/t)	Valor total (t)	Energia (kJ/kg)	Energia total (GJ)	Valor (\$)
Carvão vegetal (US\$ 250/t)	35	230.000			2.012.000
Alcatrão	135				
H <sub>2</sub>	23,75		142.000	775.675	3.048.403



CO	105,25	10.100	244.495	960.868
CH <sub>4</sub>	16,85	55.500	215.090	845.304
CO <sub>2</sub>	184,15			
Total	500			6.866.000

<sup>a</sup>RDA: Resíduos de descaroçamento de algodão.

Fonte: adaptado de (FIGUEROA et al., 2013).

## Etanol

Os resíduos provenientes do processo de descaroçamento do algodão possuem uma quantidade de açúcar fermentável presente nos caules. Além disso, a fibra de algodão, composta em sua maioria por celulose, contribui para o teor potencial de glicose (JEOH, 1998). O Quadro 4 mostra o tipo e a porcentagem de açúcar presente nos resíduos comuns do descaroçamento do algodão. Desde 1979, pesquisadores da *Texas Tech University* têm investigado a possibilidade de utilizar esses resíduos como matéria-prima para a produção de etanol por meio da fermentação. Nesse processo, a fração de celulose é convertida em etanol, enquanto a fração de hemicelulose é convertida em furfural.

Geralmente, os resíduos do descaroçamento de algodão consistem em cerca de 40% de celulose, 30% de hemicelulose e 25% de lignina, o que pode resultar em um rendimento de aproximadamente 37,8 galões de etanol por tonelada de resíduos (R. R. SHARMA- SHIVAPPA; Y. CHEN, 2008). É importante ressaltar que a maioria da biomassa não é fermentável sem um pré-tratamento que permita o acesso aos açúcares. Os açúcares fermentáveis estão presentes na forma de polissacarídeos, e o pré-tratamento é necessário para quebrá-los em açúcares individuais (di e monossacarídeos), tornando-os disponíveis para a fermentação por microrganismos (JEOH, 1998).

Diversos métodos de pré-tratamento têm sido investigados para os resíduos do descaroçamento de algodão, sendo os mais comuns a hidrólise ácida e a explosão de vapor/hidrólise enzimática (JEOH, 1998). No entanto, é importante destacar que a produção de etanol a partir desses resíduos, bem como os processos de pré-tratamento e fermentação, podem demandar um alto consumo de energia. O uso dos resíduos do descaroçamento para a produção de etanol envolve três etapas principais: pré-tratamento com ácido sulfúrico diluído para converter o material lignocelulósico em amido, utilização de enzimas amilases para converter o amido em açúcares

simples e fermentação da biomassa por meio de leveduras. Estima-se que seja possível obter um rendimento potencial de 143 litros de etanol por tonelada de resíduo do descaroçador, considerando uma quantidade de resíduos entre 230.000 e 330.000 toneladas, o que resultaria em uma produção de 33 a 47 milhões de litros de etanol. Levando em conta um valor calórico de aproximadamente 29 MJ/kg, isso corresponderia a um total de 755.000 a 1.075.000 GJ de energia.

**Quadro 4:** Composição típica de resíduos de descaroçamento de algodão cru em base seca.

<b>Componentes</b>	<b>(%)</b>
Xilana	7
Mannan	1,1
Cinzas	44
Galactana	40
Arabina	90
Açúcar total	2
Resíduos insolúveis em ácido	10
Glucano	14
Álcoois	0,8
Total	0,2

**Fonte:** adaptado de (MYER, 2008).

### Digestão anaeróbica de resíduos agrícolas

O biogás é um combustível gasoso obtido através da decomposição de resíduos biológicos na ausência de oxigênio. Geralmente, o biogás é composto por 50 a 60% de metano e é coletado em locais como aterros sanitários, estações de tratamento de esgoto, instalações pecuárias e resíduos agrícolas. No contexto da cotonicultura, o biogás pode ser utilizado como combustível para a secagem do algodão, que atualmente é realizada utilizando GLP (gás liquefeito de petróleo), ou para a geração de energia elétrica. Após a produção do metano, são necessárias apenas pequenas modificações nas instalações para utilizar o biogás em substituição ao GLP. Pesquisas também estão sendo conduzidas para investigar o uso do biogás como combustível para motores de combustão. Algumas questões específicas incluem a adição de outros combustíveis de alta energia para melhorar a velocidade de combustão.

Em um estudo realizado por Isci e Demirer (ISCI; DEMIRER, 2007), três tipos diferentes de resíduos do algodoeiro foram analisados: caules de algodão, cascas de

caroço de algodão e farelo de caroço de algodão, a fim de investigar sua adequação ao processo de digestão anaeróbia. Além disso, o potencial de produção de metano a partir desses resíduos foi determinado através de testes de potencial bioquímico de metano. Os resultados demonstraram que os resíduos do algodoeiro podem ser tratados em um digestor anaeróbio e são uma excelente fonte de biogás. Aproximadamente 65 mL, 86 mL e 78 mL de CH<sub>4</sub> (metano) foram produzidos em 23 dias a partir de 1 g de caules, cascas de caroço e farelo de caroço de algodão, respectivamente, quando utilizou-se um meio basal (MB). A adição do MB teve um impacto significativamente positivo na produção de biogás (ISCI; DEMIRER, 2007). Na ausência do MB, os caules de algodão produziram 44 mL de CH<sub>4</sub> por 1 g de caule em 23 dias.

## Considerações finais

Em conclusão, este estudo ressaltou a importância da gestão adequada dos resíduos de algodão, que representam uma parte significativa dos resíduos agrícolas. Diversas abordagens foram discutidas para o aproveitamento desses resíduos, abrangendo desde métodos de conversão energética a partir de caules do algodoeiro, até a produção de etanol a partir dos resíduos do descaroçamento.

Os caules do algodoeiro se apresentam como uma opção promissora para a produção de recursos energéticos que podem ser utilizados para geração de energia elétrica em usinas. Além disso, a produção de etanol a partir dos resíduos do descaroçamento tem apresentado resultados encorajadores e empolgantes. No entanto, para a implementação dessas tecnologias aqui mencionadas é necessário avaliar cuidadosamente a quantidade de resíduo de algodão que pode ser removida sem prejudicar a qualidade do solo.

Em suma, este estudo oferece uma visão abrangente das possibilidades de aproveitamento dos resíduos de algodão, mas é essencial realizar estudos adicionais para comprovar a viabilidade técnica, econômica e ambiental dessas abordagens. O aproveitamento eficiente dos resíduos de algodão não apenas pode contribuir para a sustentabilidade da indústria do algodão, mas também oferecer oportunidades para a produção de energia renovável e redução do impacto ambiental.

## Referências

COATES, W. Using cotton plant residue to produce briquettes. **Biomass and Bioenergy**, v. 18, n. 3, p. 201–208, mar. 2000.

CUMAGUN, C. J. **Plant Pathology**. [s.l.] IntechOpen, 2012.

FIGUEROA, J. E. J. et al. Evaluation of pyrolysis and steam gasification processes of sugarcane bagasse in a fixed bed reactor. **Chemical Engineering Transactions**, v. 32, p. 925–930, 2013.

G. A. HOLT et al. UTILIZATION OF COTTON GIN BY-PRODUCTS FOR THE MANUFACTURING OF FUEL PELLETS: AN ECONOMIC PERSPECTIVE. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 20, n. 4, 2004.

GEMTOS, T. Harvesting of cotton residue for energy production. **Biomass and Bioenergy**, v. 16, n. 1, p. 51–59, jan. 1999.

GORDON, E. et al. TWO METHODS OF COMPOSTING GIN TRASH. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 32, n. 3–4, p. 491–507, 31 mar. 2001.

ISCI, A.; DEMIRER, G. N. Biogas production potential from cotton wastes. **Renewable Energy**, v. 32, n. 5, p. 750–757, abr. 2007.

JEOH, T. Steam Explosion Pretreatment of Cotton Gin Waste for Fuel Ethanol Production. **Thesis**, p. 153, 1998.

KIM, H. J. et al. Comparative physical and chemical analyses of cotton fibers from two near isogenic upland lines differing in fiber wall thickness. **Cellulose**, v. 24, n. 6, p. 2385–2401, 2017.

LOCKLEY, L. C. **Monthly Economic Letter**. [s.l.] University of Southern California School of Commerce, [s.d.].

MCKENDRY, P. Energy production from biomass (part 3): gasification technologies. **Bioresource Technology**, v. 83, n. 1, p. 55–63, maio 2002.

MYER, R. O. Cotton Gin Trash: Alternative Roughage Feed for Beef Cattle. **EDIS**, v. 2008, n. 1, p. 1–3, 24 jan. 2008.

R. R. SHARMA-SHIVAPPA; Y. CHEN. Conversion of Cotton Wastes to Bioenergy and Value-Added Products. **Transactions of the ASABE**, v. 51, n. 6, p. 2239–2246, 2008.

RILEY, E. D. **Cotton Stalks and Cotton Gin Trash, Renewable Alternative Substrates for the Nursery Industry**. [s.l.] Raleigh, North Carolina, 2012.

SCHUCK, S. Bioenergy as a Sustainable Energy Source. **Australian Journal of Multi-Disciplinary Engineering**, v. 5, n. 1, p. 69–74, 22 jan. 2007.

STUCLEY, C. R. et al. Biomass energy production in Australia: Status, costs and opportunities for major technologies. **A report for the Joint Venture Agroforestry Program (in conjunction with the Australian Greenhouse Office)**, n. 04, p. 1, 2004.

SUMNER, H. R. et al. Energy available from biomass for grain drying. **Energy available from biomass for grain drying.**, n. 81–3014, 1981.

SUN, Z.-A. et al. Experimental study on cotton stalk combustion in a circulating fluidized bed. **Applied Energy**, v. 85, n. 11, p. 1027–1040, nov. 2008.

TERRAPON-PFAFF, J. C. Linking Energy- and Land-Use Systems: Energy Potentials and Environmental Risks of Using Agricultural Residues in Tanzania. **Sustainability**, v. 4, n. 3, p. 278–293, 27 fev. 2012.

TUNÇ, Ö.; TANACI, H.; AKSU, Z. Potential use of cotton plant wastes for the removal of Remazol Black B reactive dye. **Journal of Hazardous Materials**, v. 163, n. 1, p. 187–198, abr. 2009.

TWIDELL, J. **Renewable Energy Resources**. London: Routledge, 2021.

VELMOURUGANE, K. et al. Valorization of cotton wastes for agricultural and industrial applications: present status and future prospects. In: **Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products**. [s.l.] Elsevier, 2021. p. 665–692.

WANJURA, J. D. et al. Effects of harvesting and ginning practices on Southern High Plains cotton: fiber quality. **Textile Research Journal**, v. 89, n. 23–24, p. 4938–4958, 29 dez. 2019.

# AGRICULTURA DIGITAL E A SUSTENTABILIDADE NO CAMPO: *STATUS* ATUAL E TENDÊNCIAS

## AGRICULTURA DIGITAL Y SOSTENIBILIDAD EN EL CAMPO: ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS

### DIGITAL AGRICULTURE AND SUSTAINABILITY IN THE FIELD: CURRENT STATUS AND TRENDS

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.749-767>

**Afonso Henrique da Silva Júnior**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC),  
afonso.silva@posgrad.ufsc.br

**Tarcísio Wolff Leal**

Pós-graduação em Engenharia de Materiais (PIPE), Universidade Federal do Paraná (UFPR),  
tarcisio.leal@ufpr.br

**Júlia de Oliveira Martins Müller**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC),  
julia.omm@posgrad.ufsc.br

**Carlos Rafael Silva de Oliveira**

Departamento de Engenharia Têxtil (DET-CTE), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC),  
carlos.oliveira@ufsc.br

**Patrícia Viera de Oliveira**

Pós-graduação em Engenharia Química (PósENQ), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC),  
p.v.oliveira@posgrad.ufsc.br

## Resumo

A produção sustentável de alimentos e a digitalização do campo estão cada vez mais interligadas, no qual a tecnologia vem desempenhando um papel importante na busca por sistemas agrícolas mais eficientes e ambientalmente responsáveis. A produção sustentável de alimentos se refere a práticas agrícolas que minimizam os impactos negativos ao meio ambiente, promovem o equilíbrio e a manutenção do solo e preservam os recursos naturais. Neste sentido, a digitalização do campo desempenha um papel crucial. Nos últimos anos, a aplicação de tecnologias avançadas no campo está se tornando recorrente, por exemplo, o uso de drones e de sensores. A presença de tecnologia avançada na lavoura vem possibilitando a coleta de dados mais precisa e em tempo real sobre o solo, as plantas, as condições climáticas e outras variáveis relevantes. Essas informações possibilitam ao agricultor uma tomada de decisão mais assertiva e estratégica em relação ao manejo das culturas. Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho de revisão foi abordar a relação entre a produção sustentável de alimentos e a transformação digital no campo, discutindo os benefícios, os desafios, as tendências e os exemplos de tecnologias inovadoras que estão revolucionando o campo. Além disso, pesquisas relevantes dos últimos anos sobre a produção sustentável de alimentos e a aplicação de tecnologias na agricultura foram apresentadas. Para o desenvolvimento deste artigo de revisão foram realizadas buscas nas principais bases científicas utilizando inúmeras palavras-chave (Produção Sustentável de Alimentos; Transformação Digital no Campo; Tecnologias Habilitadoras; Inteligência Artificial, *Big Data* Aplicado na Lavoura; Agricultura Sustentável; Agricultura Orgânica; Eficiência na Produção de Alimentos; Agricultura 4.0; e Agroflorestas).

**Palavras-Chave:** Agricultura 4.0; Agricultura Sustentável; Tecnologias Habilitadoras, Segurança Alimentar; Agroecologia.

## Resumen

La producción sostenible de alimentos y la digitalización del campo están cada vez más entrelazadas, en las que la tecnología viene jugando un papel importante en la búsqueda de sistemas agrícolas más eficientes y ambientalmente responsables. La producción sostenible de alimentos se refiere a las prácticas agrícolas que minimizan los impactos negativos sobre el medio ambiente, promueven el equilibrio y el mantenimiento del suelo y preservan los recursos naturales. En este sentido, la digitalización del campo juega un papel crucial. En los últimos años se está volviendo recurrente la aplicación de tecnologías avanzadas en campo, por ejemplo, el uso de drones y sensores. La presencia de tecnología avanzada en la agricultura ha permitido la recopilación de datos más precisos y en tiempo real sobre el suelo, las plantas, las condiciones climáticas y otras variables relevantes. Esta información le permite al agricultor tomar una decisión más asertiva y estratégica en relación al manejo del cultivo. Ante este escenario, el objetivo de esta revisión fue abordar la relación entre la producción sostenible de alimentos y la transformación digital en el campo, discutiendo los beneficios, desafíos, tendencias y ejemplos de tecnologías innovadoras que están revolucionando el campo. Además, se presentaron investigaciones relevantes de los últimos años sobre la producción sostenible de alimentos y la aplicación de tecnologías en la agricultura. Para el desarrollo de este

artículo de revisión se realizaron búsquedas en las principales bases científicas utilizando numerosas palabras clave (Producción Sostenible de Alimentos; Transformación Digital en el Campo; Tecnologías Facilitadoras; Inteligencia Artificial, Big Data Aplicado en la Agricultura; Agricultura Sostenible; Agricultura Orgánica; Eficiencia en Producción de Alimentos, Agricultura 4.0 y Agroforestería).

**Palabras Clave:** Agricultura 4.0, Agricultura Sostenible, Tecnologías Facilitadoras, Seguridad Alimentaria, Agroecología.

## Abstract

Sustainable food production and the digitalization of the field are increasingly intertwined, in which technology has been playing an essential role in the search for more efficient and environmentally responsible agricultural systems. Sustainable food production refers to agricultural practices that minimize negative environmental impacts, promote soil balance and maintenance, and preserve natural resources. In this sense, the digitization of the field plays a crucial role. In recent years, the application of advanced technologies in the field is becoming recurrent, for example, the use of drones and sensors. The presence of advanced technology in farming has enabled the collection of more accurate and real-time data on the soil, plants, weather conditions, and other relevant variables. This information enables the farmer to make a more assertive and strategic decision about crop management. Given this scenario, the objective of this review was to address the relationship between sustainable food production and digital transformation in the field, discussing the benefits, challenges, trends, and examples of innovative technologies that are revolutionizing the field. In addition, relevant research from recent years on sustainable food production and the application of technologies in agriculture was presented. For the development of this review article, searches were carried out on the main scientific bases using numerous keywords (Sustainable Food Production; Digital Transformation in the Field; Enabling Technologies; Artificial Intelligence, Big Data Applied in Farming; Sustainable Agriculture; Organic Agriculture; Efficiency in Food Production; Agriculture 4.0; and Agroforestry).

**Keywords:** Agriculture 4.0; Sustainable Agriculture; Enabling Technologies; Food Security; Agroecology.

## Introdução

A produção de alimentos é uma das atividades essenciais para a sobrevivência humana e desempenha um papel vital na nossa sociedade e economia. No entanto, à medida que a população mundial cresce, os recursos naturais se tornam cada vez mais escassos, surgindo a necessidade de repensar e transformar a forma como se produz alimentos (ARORA *et al.*, 2022; DE OLIVEIRA *et al.*, 2023). Nesse sentido, a produção sustentável de alimentos surge como uma resposta a esse desafio, buscando garantir a disponibilidade de alimentos de qualidade para as gerações de agora e do futuro, ao mesmo tempo em que minimiza os impactos negativos no meio



ambiente (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2022). Além disso, a transformação digital no campo emerge como uma poderosa ferramenta para impulsionar a sustentabilidade e a eficiência na produção de alimentos. A produção sustentável de alimentos envolve a adoção de práticas agrícolas e pecuárias que buscam equilibrar as necessidades econômicas, sociais e ambientais da agricultura, em que se baseia em princípios como a conservação dos recursos naturais, a proteção da biodiversidade, o uso de práticas agrícolas sustentáveis e a maximização da eficiência na produção. Também, a produção sustentável de alimentos visa garantir a segurança alimentar, promover a preservação do meio ambiente e proteger a saúde humana (MGOMEZULU *et al.*, 2023).

Hoje em dia, um dos principais desafios da produção sustentável de alimentos é a redução do impacto ambiental provocado pela agricultura. A agricultura convencional muitas vezes depende do uso intensivo de agroquímicos, como nutrientes e pesticidas, que podem contaminar o solo e a água, comprometendo o equilíbrio dos ecossistemas. Além disso, práticas inadequadas de manejo do solo podem levar à erosão, a degradação da biodiversidade e a perda de nutrientes (DIWAN; RASHID; VAISHNAV, 2022). Neste sentido, a produção sustentável de alimentos busca minimizar esses impactos, adotando técnicas como a agricultura orgânica, a agroecologia e a agricultura de conservação, que promovem o uso eficiente dos recursos naturais e a proteção da biodiversidade. Outro aspecto importante da produção sustentável de alimentos é a busca pela eficiência na produção (LIU, 2023). Com o aumento da demanda global por alimentos, é essencial maximizar a produtividade agrícola sem comprometer os recursos naturais. A produção sustentável de alimentos busca utilizar tecnologias e priorizar práticas que reduzam o desperdício de água, energia e insumos. Isso inclui o uso de sistemas de irrigação eficientes, a adoção de métodos de cultivo diferenciados, a utilização de energias renováveis na produção agrícola e de tecnologias de precisão (ZSCHEISCHLER *et al.*, 2022).

A transformação digital tem impactado profundamente diversos setores da economia, e a agricultura não é uma exceção. A transformação digital no campo refere-se à aplicação de tecnologias digitais, como a internet das coisas (IoT), a inteligência artificial, o *big data* e a automação, para otimizar os processos agrícolas, melhorar a eficiência, aumentar a produtividade e reduzir os impactos ambientais

(SACHITHRA; SUBHASHINI, 2023). Um dos principais benefícios da transformação digital no campo é a coleta e a análise de dados em tempo real utilizando plataformas apropriadas. Através de IoT e da sensorização, por exemplo, é possível monitorar diversas variáveis no ambiente agrícola, como o teor de nutrientes e a umidade do solo, a temperatura, a umidade do ar e a incidência de pragas (KARAMIAN; MIRAKZADEH; AZARI, 2023). Logo, esses dados podem ser analisados por algoritmos para fornecer informações precisas sobre a situação das culturas, permitindo a tomada de decisões assertivas e ações preventivas. Ou seja, isso possibilita a redução do uso de insumos agrícolas exagerada, como pesticidas, resultando em uma produção eficiente e sustentável (VIGOROSO *et al.*, 2023).

Outra área em que a transformação digital tem desempenhado um papel fundamental é na gestão da cadeia de suprimentos agrícolas. Através do uso de tecnologias como *blockchain* é possível rastrear e monitorar todo o processo de produção, desde a origem até o consumidor final (ZHENG; ZHOU, 2023). A aplicação da tecnologia de rastreamento garante maior transparência e confiabilidade na cadeia agrícola, reduzindo o desperdício, combatendo possíveis fraudes e promovendo práticas ainda mais sustentáveis, como a produção local e a agricultura familiar. Além disso, a automação e a robótica têm ganhado espaço na agricultura moderna. Desde robôs para a colheita até drones para o monitoramento e a pulverização de lavouras. Essas tecnologias automatizadas ajudam a reduzir a dependência de trabalho manual intensivo, melhoram a eficiência e reduzem o impacto ambiental (INGRAM *et al.*, 2022). Portanto, o objetivo deste trabalho de revisão foi abordar a relação entre a produção sustentável de alimentos e a transformação digital no campo, discutindo os benefícios, os desafios, as tendências e os exemplos de tecnologias inovadoras que estão revolucionando o campo.

## Referencial teórico

A agricultura de precisão é um dos principais aspectos da digitalização do campo. O uso de tecnologias avançadas na lavoura propicia a aplicação precisa de insumos agrícolas, por exemplo, fertilizantes e agrotóxicos, reduzindo o desperdício e minimizando os impactos ambientais ocasionados (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2022). Também, a digitalização facilita a gestão inteligente da produção agrícola, permitindo

o controle automatizado de sistemas de irrigação, climatização de estufas e alimentação de animais. Isso contribui para o uso mais eficiente de recursos vitais, como a água. Além disso, a adoção de tecnologias de comunicação e conectividade no campo permite a troca rápida de informações entre agricultores, instituições de pesquisa e outras entidades, facilitando a disseminação de conhecimento e boas práticas (ZHENG; ZHOU, 2023). Logo, a digitalização do campo desempenha um papel crucial na promoção da produção sustentável de alimentos. Através do uso inteligente e responsável da tecnologia, é possível aumentar a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade da agricultura, contribuindo para enfrentar os desafios globais da segurança alimentar e da preservação do meio ambiente. Neste sentido, a digitalização oferece oportunidades significativas para criar sistemas agrícolas ambientalmente responsáveis, ao mesmo tempo em que atende às necessidades alimentares de uma população crescente (SACHITHRA; SUBHASHINI, 2023).

## Metodologia

Para o desenvolvimento deste artigo de revisão foram realizadas buscas nas principais bases científicas, como ScienceDirect, Scopus, Google Scholar, Springer e Wiley Online Library. As palavras-chave utilizadas foram: produção sustentável de alimentos, transformação digital no campo, tecnologias habilitadoras, inteligência artificial, *big data* aplicado na lavoura, agricultura sustentável, agricultura orgânica, eficiência na produção de alimentos, agricultura 4.0 e agroflorestas. As buscas foram executadas em português e em inglês. Realizou-se a leitura dos títulos e dos resumos para a escolha das referências. Assim, incluíram-se as publicações que estavam dentro do escopo proposto pelo trabalho. Portanto, nessa revisão objetivou abordar a relação entre a produção sustentável de alimentos e a transformação digital no campo, discutindo as vantagens e desvantagens, lacunas e a apresentação de alguns exemplos de tecnologias inovadoras que estão revolucionando a lavoura.

## Práticas agrícolas sustentáveis

O rápido crescimento populacional global é um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade. Estima-se que a população mundial alcance cerca de 10 bilhões de pessoas até 2050 (DE OLIVEIRA *et al.*, 2021). Neste sentido, a produção

de alimentos precisa acompanhar esse crescimento exponencial para garantir a segurança alimentar e o bem-estar da sociedade no planeta. A relação entre o aumento populacional e a produção de alimentos é complexa e apresenta múltiplos aspectos (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2022). Por um lado, o crescimento populacional impõe uma pressão adicional sobre os recursos naturais, como terra, água e energia, necessários para a produção de alimentos. Também, a urbanização resulta em perda de terras agrícolas para o desenvolvimento urbano, limitando a disponibilidade de áreas cultiváveis. Além disso, a mudança nos padrões alimentares, especialmente em países emergentes, em que a classe média está em expansão, aumenta ainda mais a demanda por alimentos, incluindo produtos de origem animal, que requerem mais recursos para serem produzidos (ZHANG; OKI, 2023).

Por outro lado, o aumento populacional também impulsiona a inovação e a melhoria da produtividade agrícola. A necessidade de produzir mais alimentos em uma área limitada impulsiona a adoção de técnicas agrícolas avançadas, como a agricultura de precisão, a biotecnologia e a agricultura vertical. Além disso, a globalização e a tecnologia têm permitido o comércio internacional de alimentos, ajudando a suprir a demanda em regiões onde a produção local não é suficiente. Diante desses desafios, a produção de alimentos precisa se adaptar e se tornar mais eficiente e sustentável (TAO *et al.*, 2023).

A produção sustentável de alimentos é uma temática de extrema importância na atualidade, pois está diretamente relacionada à preservação do meio ambiente, à segurança alimentar e ao bem-estar da atual e futuras gerações. Com a crescente demanda global por alimentos devido ao aumento populacional, a necessidade de adotar práticas agrícolas sustentáveis se tornou crucial para garantir a disponibilidade de alimentos nutritivos e de qualidade, ao mesmo tempo em que minimiza os impactos negativos no ecossistema (DE OLIVEIRA *et al.*, 2021). No presente tópico foi discutido os princípios da produção sustentável de alimentos, destacando as vantagens e os desafios, além de apresentar algumas soluções inovadoras que estão promovendo avanços no campo. A produção sustentável de alimentos se baseia em princípios fundamentais que visam equilibrar as necessidades econômicas, sociais e ambientais da agricultura (HAMEED *et al.*, 2023). Os aspectos mais relevantes incluem:

- I. A produção sustentável busca utilizar os recursos naturais de forma consciente e responsável, evitando o esgotamento dos solos, a contaminação da água e a degradação dos ecossistemas (KARAMIAN; MIRAKZADEH; AZARI, 2023). Ou seja, isso envolve inúmeras práticas como o manejo adequado do solo, o uso eficiente da água e a proteção da biodiversidade;
- II. A biodiversidade é essencial para o equilíbrio dos ecossistemas e a adaptação das espécies às mudanças ambientais (BOIX-FAYOS; DE VENTE, 2023). Na produção sustentável de alimentos, é importante proteger e promover a biodiversidade, seja por meio da conservação de ambientes naturais ou da utilização de métodos de cultivo que favoreçam a diversidade de espécies;
- III. Técnicas como a agricultura orgânica, a agroecologia e a agricultura de conservação, que buscam reduzir o uso de produtos químicos sintéticos, promover a fertilidade do solo, conservar a água e proteger a saúde dos agricultores e consumidores (HAMEED *et al.*, 2023);
- IV. A produção sustentável de alimentos objetiva maximizar a eficiência na utilização dos recursos, produzindo mais alimentos com menor consumo de água, energia e insumos. Conseqüentemente, isso envolve o uso de tecnologias modernas, como sistemas de irrigação eficientes, monitoramento remoto de cultivos e o uso de energias renováveis na produção agrícola (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2022). Portanto, a busca pela eficiência na produção de alimentos tem como finalidade utilizar os recursos disponíveis de maneira inteligente e otimizada, adotando técnicas agrícolas avançadas, como a agricultura de precisão, que utiliza sensores e tecnologia de monitoramento para fornecer informações precisas sobre as condições do solo, a umidade e a incidência de pragas (LAGO-OLVEIRA *et al.*, 2023). Assim, com essas informações os agricultores podem tomar decisões “mais inteligentes” sobre o momento certo de plantar, irrigar, fertilizar e colher, evitando desperdícios e maximizando a produtividade.

A produção sustentável de alimentos traz uma série de vantagens tanto para a natureza quanto para a sociedade como um todo, ou seja, a eficiência na produção de alimentos e a sustentabilidade são dois aspectos interligados e essenciais para

garantir a segurança alimentar no contexto de um mundo em constante crescimento populacional e com recursos limitados. A eficiência na produção se refere à capacidade de obter o máximo rendimento possível dos recursos disponíveis, como terra e água, minimizando o desperdício e maximizando a produtividade (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2022). A sustentabilidade, por sua vez, busca garantir que a produção de alimentos seja ambientalmente responsável, socialmente justa e economicamente viável, atendendo às necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras (ARORA *et al.*, 2022). Além disso, a eficiência na produção de alimentos está relacionada ao uso de variedades de culturas mais produtivas e resistentes a doenças, à utilização de técnicas de cultivo adequadas, como a rotação de culturas e a integração de sistemas, e ao desenvolvimento de sistemas de irrigação e manejo de água eficientes. A modernização dos sistemas de produção, a mecanização e a automação também podem contribuir para aumentar a eficiência na produção agrícola, reduzindo o trabalho manual intensivo e otimizando os processos (BOIX-FAYOS; DE VENTE, 2023). Assim, a produção sustentável de alimentos interligada com a digitalização do campo pode promover algumas vantagens no segmento, como:

- I. A adoção de práticas agrícolas sustentáveis como, por exemplo, a rotação de culturas e o manejo integrado de pragas, na qual é possível preservar a qualidade do solo, evitar a erosão e reduzir a necessidade de fertilizantes químicos (TAO *et al.*, 2023). A aplicação dessas práticas contribui para a conservação dos recursos naturais a longo prazo;
- II. A manutenção da biodiversidade ao preservar ambientes naturais utilizando variedades de culturas locais e promovendo a integração entre agricultura e natureza (Ex.: Agroflorestas) (DE OLIVEIRA *et al.*, 2021), logo, contribuindo para a conservação de espécies vegetais e animais e para a manutenção dos ecossistemas;
- III. A garantia ao acesso a alimentos nutritivos e de qualidade para a população. Ao adotar essas práticas, é possível aumentar a produtividade agrícola, diversificar a produção e reduzir os impactos negativos na saúde humana, como o uso excessivo de pesticidas ou outros insumos (FU *et al.*, 2022); e

- IV. A resiliência dos sistemas agrícolas às mudanças climáticas, ao favorecer práticas que aumentam a capacidade de adaptação das culturas e reduzem a vulnerabilidade aos eventos extremos, como secas e enchentes (ARORA *et al.*, 2022).

A necessidade de encontrar alternativas de aumentar a produção de alimentos de forma sustentável, protegendo os recursos naturais, preservando a biodiversidade e reduzindo os impactos ambientais é cada vez mais indispensável (BOIX-FAYOS; DE VENTE, 2023; LAGO-OLVEIRA *et al.*, 2023). No entanto, isso requer o uso de práticas agrícolas inovadoras, o desenvolvimento de variedades de culturas mais resistentes e adaptáveis, o investimento em infraestrutura agrícola e a promoção de sistemas alimentares equitativos e inclusivos (LAGO- OLVEIRA *et al.*, 2023). Diante disso, o aumento populacional coloca uma pressão significativa sobre a produção de alimentos, exigindo abordagens inovadoras e sustentáveis para garantir a segurança alimentar global. O equilíbrio entre o aumento da produção de alimentos e a preservação dos recursos naturais é essencial para enfrentar os desafios e construir um futuro em que todos tenham acesso a alimentos nutritivos e suficientes. Embora a produção sustentável de alimentos ofereça inúmeras vantagens, também enfrenta desafios significativos (DE OLIVEIRA *et al.*, 2021). Alguns dos desafios mais relevantes incluem:

- I. A transição para práticas agrícolas sustentáveis que muitas vezes requer mudanças significativas nos métodos de produção e no pensamento dos agricultores. A resistência à adoção de novas tecnologias e práticas pode dificultar a ampliação da produção sustentável de alimentos;
- II. A necessidade dos agricultores em ter acesso a recursos e tecnologias apropriadas, como sementes adaptadas, fertilizantes e sistemas de irrigação eficientes. Em muitas regiões, especialmente em países emergentes, o acesso a essas ferramentas ainda é muito limitado;
- III. A viabilidade em que a metodologia seja economicamente viável para os agricultores. No entanto, muitas vezes, a transição para práticas sustentáveis

necessita de investimentos significativos, o que pode ser um obstáculo para os produtores de pequeno e médio porte;

- IV. A promoção da produção sustentável de alimentos, a qual requer conscientização e educação tanto dos agricultores quanto dos consumidores. É necessário fornecer informações sobre os benefícios das práticas sustentáveis e incentivar a demanda por alimentos produzidos de forma responsável.

Apesar de haver inúmeros aspectos para superar, já existem muitas soluções inovadoras que estão impulsionando a produção sustentável de alimentos ao redor do mundo. Entretanto, atingir a sustentabilidade na lavoura ainda é considerado desafiador. A sustentabilidade na produção de alimentos visa minimizar os impactos ambientais negativos, promover a equidade social e garantir a viabilidade econômica dos sistemas de produção. Ou seja, isso envolve a conservação dos recursos naturais, como o solo, a redução da emissão de gases de efeito estufa, a promoção do bem-estar animal e a proteção dos direitos dos trabalhadores rurais (BEHROOZEH; HAYATI; KARAMI, 2022). Ademais, a sustentabilidade está relacionada à promoção de sistemas alimentares inclusivos, que valorizem a agricultura familiar, incentivem a produção local e reduzam as desigualdades no acesso aos alimentos.

A interconexão entre a eficiência na produção de alimentos e a sustentabilidade é essencial para enfrentar os desafios globais, como a escassez de recursos naturais, a degradação ambiental e as mudanças climáticas. A produção de alimentos deve ser capaz de atender às demandas crescentes da população mundial, sem comprometer a capacidade dos ecossistemas de se regenerarem e de fornecer serviços ambientais vitais (FU *et al.*, 2022). Nesse sentido, a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, a promoção da agricultura orgânica e agroecológica, a redução do desperdício de alimentos e a implementação de políticas e incentivos adequados são fundamentais para garantir a segurança alimentar e a preservação do planeta (INGRAM; MAYE, 2023). Assim, a eficiência na produção de alimentos e a sustentabilidade são elementos interligados e indispensáveis para enfrentar os desafios da produção de alimentos em um mundo em crescimento populacional e com recursos limitados. Ao adotar práticas agrícolas eficientes e sustentáveis, pode-se garantir a disponibilidade



de alimentos, minimizando os impactos ambientais negativos e promovendo sistemas alimentares mais resilientes. Atualmente, há diversas soluções interessantes usadas para promover a produção sustentável de alimentos, como:

- I. O uso de tecnologias avançadas, por exemplo, drones, sensores e análise de dados, para monitorar e gerenciar os cultivos de forma mais eficiente, permitindo a aplicação precisa de insumos (Ex.: fertilizantes e pesticidas). Ou seja, reduzindo o desperdício e minimizando os impactos ambientais;
- II. A implementação das agroflorestas, as quais combinam árvores, culturas agrícolas e criação de animais em um sistema integrado, promovendo a diversidade de espécies e a recuperação de áreas degradadas. Já os sistemas agroecológicos buscam imitar os processos naturais, promovendo a saúde do solo, a conservação de água e a biodiversidade;
- III. A agricultura urbana, a qual está ganhando popularidade nas cidades, em que cada vez mais as pessoas estão cultivando alimentos em pequenos espaços, como telhados, varandas e jardins verticais. A implementação da agricultura urbana pode promover inúmeros benefícios, por exemplo, a redução da distância entre a produção e o consumo, a promoção da segurança alimentar local e a redução das emissões de carbono relacionadas ao transporte de alimentos; e
- IV. A aquaponia, a qual combina a criação de peixes com o cultivo de plantas em um sistema simbiótico. Os resíduos dos peixes podem ser utilizados como fertilizantes para as plantas, que, por sua vez, filtram a água, criando um sistema altamente eficiente e sustentável.

A produção sustentável de alimentos é fundamental para garantir um futuro equilibrado e sustentável para o planeta. Ao adotar princípios e práticas sustentáveis, pode-se preservar os recursos naturais, proteger a biodiversidade, promover a segurança alimentar e enfrentar os desafios das mudanças climáticas (MAPELLI *et al.*, 2023). Portanto, com soluções inovadoras e o engajamento de todos, por exemplo, agricultores, consumidores e instituições públicas, pode-se transformar a maneira como se produz alimentos, criando um sistema agrícola mais sustentável e resiliente.

Neste sentido, realizar escolhas conscientes de alimentos e apoiar iniciativas que promovam a produção sustentável de alimentos podem ser alternativas eficazes rumo à sustentabilidade no campo.

## Agricultura digital

A transformação digital no campo está revolucionando a forma como a agricultura é conduzida, impulsionando a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade na produção de alimentos. Com o avanço das tecnologias digitais, como a IoT, a inteligência artificial e o *big data*, os agricultores têm acesso a uma variedade de ferramentas e recursos que podem auxiliar no gerenciamento das operações agrícolas, na tomada de decisões e na otimização dos recursos disponíveis (PORCIELLO *et al.*, 2022). A transformação no campo está permitindo uma agricultura cada vez mais inteligente, precisa e conectada, com benefícios significativos para os agricultores, os consumidores e a natureza. Na era digital, o campo está se tornando um ambiente em que a inovação tecnológica se une à tradição agrícola, resultando em um setor mais moderno e sustentável. Apesar dos benefícios evidentes da transformação digital no campo para a produção sustentável de alimentos, há ainda desafios que precisam ser considerados e superados (JIANG; ZHOU; QIU, 2022).

O acesso e a inclusão digital no campo, por exemplo, é um desafio significativo. Em muitas regiões, especialmente em países emergentes, a conectividade de internet é limitada ou inexistente, dificultando a adoção e o uso efetivo das tecnologias digitais. Além disso, muitos agricultores podem não ter acesso a dispositivos digitais ou conhecimento suficiente para utilizar as tecnologias disponíveis. Logo, é essencial garantir o acesso e a capacitação dos agricultores para que possam se beneficiar da transformação digital no campo (ABATE *et al.*, 2023). Um outro desafio está relacionado à privacidade e segurança dos dados. A coleta e o armazenamento de grandes volumes de dados agrícolas levantam questionamentos sobre a propriedade, o controle e a proteção das informações obtidas. Ou seja, a necessidade de estabelecer políticas e regulamentações adequadas a fim de garantir a privacidade dos agricultores e evitar o mau uso dos dados está cada vez mais imprescindível.

Além disso, é importante garantir que a transformação digital no campo seja acessível. Isso significa que as tecnologias digitais devem ser inclusivas e adaptadas

às necessidades dos agricultores de diferentes contextos, incluindo pequenos produtores e comunidades rurais (TAO *et al.*, 2023). Também, é necessário considerar os impactos ambientais das tecnologias digitais, por exemplo, o consumo de energia e a geração de resíduos eletrônicos, e buscar alternativas que possam minimizar os impactos ao planeta. Atualmente, existem diversas tecnologias digitais que estão sendo aplicadas com sucesso na produção sustentável de alimentos (PURCELL; NEUBAUER, 2023). Alguns exemplos incluem:

- I. A agricultura de precisão utiliza sensores, drones e análise de dados para monitorar e gerenciar os cultivos de forma precisa, possibilitando a aplicação adequada de insumos em geral, reduzindo o desperdício e aumentando a eficiência (PORCIELLO *et al.*, 2022);
- II. Os sistemas de irrigação inteligentes utilizam sensores de umidade do solo e algoritmos para fornecer água à lavoura na quantidade necessária. Ou seja, evitando o uso excessivo de água e reduzindo os custos de irrigação;
- III. O uso de armadilhas inteligentes de insetos, câmeras e algoritmos preditivos, no qual é possível monitorar a presença de pragas e doenças nas lavouras. O monitoramento contínuo de pragas e doenças utilizando a tecnologia permite uma detecção precoce, conseqüentemente, uma resposta rápida, reduzindo a necessidade de agroquímicos e protegendo a saúde das plantas (ARORA *et al.*, 2022);
- IV. A agricultura vertical, a qual utiliza técnicas de cultivo em ambientes controlados, por exemplo, estufas e ambientes fechados. Também, sensores, iluminação LED e sistemas de automação podem ser utilizados para a otimização das condições de crescimento das plantas, reduzindo o consumo de recursos e aumentando a produtividade; e
- V. A tecnologia *blockchain*, a qual tem sido bastante utilizada para rastrear e verificar toda a cadeia de suprimentos agrícolas, garantindo a transparência, a rastreabilidade e a autenticidade dos produtos (ZHENG; ZHOU, 2023). Portanto, isso ajuda a combater possíveis fraudes, garantir a qualidade dos alimentos e a promoção de práticas sustentáveis.

De um modo geral, a presença de tecnologias no campo tem se tornado cada vez mais relevante e transformado significativamente a forma como a agricultura é conduzida. As tecnologias têm desempenhado um papel importante na busca por maior eficiência, produtividade e sustentabilidade na produção de alimentos. Desde as técnicas tradicionais até as mais avançadas, as inovações tecnológicas têm o potencial de impulsionar o setor agrícola e enfrentar os desafios complexos presentes no campo (PENG *et al.*, 2022). Uma outra área que está revolucionando a agricultura é a biotecnologia. A biotecnologia envolve a modificação genética de plantas e animais para melhorar as características, como resistência a pragas, tolerância a condições ambientais adversas e aumento do valor nutricional (ARORA *et al.*, 2022). A biotecnologia agrícola tem o potencial, por exemplo, de aumentar a produtividade, de reduzir o uso de defensivos agrícolas e de melhorar a qualidade dos alimentos. Portanto, a presença de tecnologias no campo está impulsionando uma transformação significativa na agricultura, tornando-a mais inteligente, eficiente e sustentável. Embora as tecnologias ofereçam uma série de benefícios, é importante que sejam adotadas de forma consciente e responsável. Além disso, a capacitação dos agricultores para utilizar as tecnologias de maneira adequada, a disponibilidade de acesso e a consideração dos impactos sociais, econômicos e ambientais são elementos fundamentais para garantir que a transformação digital no campo contribua para um futuro agrícola mais próspero e sustentável.

## Considerações finais

A produção sustentável de alimentos e a transformação digital no campo são duas áreas interligadas que desempenham um papel importante na construção de um sistema alimentar mais sustentável e eficiente. A transformação digital permite que um conjunto de tecnologias e abordagens inovadoras possam impulsionar a sustentabilidade na agricultura, melhorando a eficiência, reduzindo o desperdício e minimizando os impactos ambientais. No entanto, é importante garantir que as tecnologias sejam acessíveis, inclusivas e sustentáveis, e que os desafios relacionados à conectividade, privacidade e segurança dos dados sejam abordados de forma adequada. Ao unir a produção sustentável de alimentos e a transformação digital no campo, pode-se criar um futuro em que a agricultura seja cada vez mais

capaz de alimentar a crescente população mundial de maneira sustentável, preservando os recursos naturais e protegendo o meio ambiente. Neste sentido, algumas tendências estão sendo delineadas na agricultura, como:

- I. A aplicação cada vez mais de tecnologias avançadas e personalizadas para cada local e cultura desencadeando o uso consciente de insumos (Ex.: Drones pulverizadores);
- II. A conexão de sensores inteligentes e dispositivos que são capazes de coletar dados em tempo real e assim tomar decisões assertivas;
- III. A utilização de organismos geneticamente modificados com o objetivo de intensificar a produtividade utilizando áreas menores;
- IV. A produção de novos revestimentos de sementes (Ex.: Microbianos);
- V. A aplicação do conceito de agricultura regenerativa visando restaurar ecossistemas agrícolas e melhorar a saúde do solo e microbiotas;
- VI. A implementação de uma agricultura sustentável e orgânica promovendo a redução do uso indiscriminado de agroquímicos.

## Referências

ABATE, G. T.; ABAY, K. A.; CHAMBERLIN, J.; KASSIM, Y.; SPIELMAN, D. J.; PAUL JR TABE-OJONG, M. Digital tools and agricultural market transformation in Africa: Why are they not at scale yet, and what will it take to get there? **Food Policy**, v. 116, n. March, p. 102439, abr. 2023.

ARORA, S.; MURMU, G.; MUKHERJEE, K.; SAHA, S.; MAITY, D. A comprehensive overview of nanotechnology in sustainable agriculture. **Journal of Biotechnology**, v. 355, n. March, p. 21–41, ago. 2022.

BEHROOZEH, S.; HAYATI, D.; KARAMI, E. Determining and validating criteria to measure energy consumption sustainability in agricultural greenhouses. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 185, n. September, p. 122077, dez. 2022.

BOIX-FAYOS, C.; DE VENETE, J. Challenges and potential pathways towards sustainable agriculture within the European Green Deal. **Agricultural Systems**, v. 207, n. December 2022, p. 103634, abr. 2023.

DA SILVA JÚNIOR, A. H.; MULINARI, J.; DE OLIVEIRA, P. V.; DE OLIVEIRA, C. R. S.; REICHERT JÚNIOR, F. W. Impacts of metallic nanoparticles application on the agricultural soils microbiota. **Journal of Hazardous Materials Advances**, v. 7, n. April,

p. 100103, ago. 2022.

DE OLIVEIRA, C. R. S.; DA SILVA JÚNIOR, A. H.; MULINARI, J.; FERREIRA, A. J. S.; DA SILVA, A. Fibrous microplastics released from textiles: Occurrence, fate, and remediation strategies.

**Journal of Contaminant Hydrology**, v. 256, n. February, p. 104169, maio 2023.

DE OLIVEIRA, C. R. S.; DA SILVA JÚNIOR, A. H.; MULINARI, J.; IMMICH, A. P. S. Textile Re-Engineering: Eco-responsible solutions for a more sustainable industry.

**Sustainable Production and Consumption**, v. 28, p. 1232–1248, out. 2021.

DIWAN, D.; RASHID, M. M.; VAISHNAV, A. Current understanding of plant-microbe interaction through the lenses of multi-omics approaches and their benefits in sustainable agriculture. **Microbiological Research**, v. 265, n. September, p. 127180, dez. 2022.

FU, X.; ZHENG, Z.; SHA, Z.; CAO, H.; YUAN, Q.; YU, H.; LI, Q. Biorefining waste into nanobiotechnologies can revolutionize sustainable agriculture. **Trends in Biotechnology**, v. 40, n. 12, p. 1503–1518, dez. 2022.

HAMEED, A.; CHEN, Y.-P.; SHEN, F.-T.; LIN, S.-Y.; HUANG, H.-I.; LIN, Y.-W.; YOUNG, C.-C. Evaluation of a subtropical maize-rice rotation system maintained under long-term fertilizer inputs for sustainable intensification of agriculture. **Applied Soil Ecology**, v. 184, n. September 2022, p. 104772, abr. 2023.

INGRAM, J.; MAYE, D. “How can we?” the need to direct research in digital agriculture towards capacities. **Journal of Rural Studies**, v. 100, n. February, p. 103003, maio 2023.

INGRAM, J.; MAYE, D.; BAILYE, C.; BARNES, A.; BEAR, C.; BELL, M.; CUTRESS, D.; DAVIES, L.; DE BOON, A.; DINNIE, L.; GAIRDNER, J.; HAFFERTY, C.; HOLLOWAY, L.; KINDRED, D.; KIRBY, D.; LEAKE, B.; MANNING, L.; MARCHANT, B.; MORSE, A.; OXLEY, S.; PHILLIPS, M.; REGAN, Á.; RIAL-LOVERA, K.; ROSE, D. C.; SCHILLINGS, J.; WILLIAMS, F.; WILLIAMS, H.; WILSON, L. What are the priority research questions for digital agriculture? **Land Use Policy**, v. 114, n. July 2021, p. 105962, mar. 2022.

JIANG, S.; ZHOU, J.; QIU, S. Digital Agriculture and Urbanization: Mechanism and Empirical Research. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 180, n. April, p. 121724, jul. 2022.

KARAMIAN, F.; MIRAKZADEH, A. A.; AZARI, A. Application of multi-objective genetic algorithm for optimal combination of resources to achieve sustainable agriculture based on the water-energy-food nexus framework. **Science of The Total Environment**, v. 860, n. August 2022, p. 160419, fev. 2023.

LAGO-OLIVEIRA, S.; EL-AREED, S. R. M.; MOREIRA, M. T.; GONZÁLEZ-GARCÍA, S. Improving environmental sustainability of agriculture in Egypt through a life-cycle perspective. **Science of The Total Environment**, v. 890, n. January, p. 164335, set.

2023.

LIU, S. Towards a sustainable agriculture: Achievements and challenges of Sustainable Development Goal Indicator 2.4.1. **Global Food Security**, v. 37, n. April, p. 100694, jun. 2023.

MAPELLI, F.; MENGONI, A.; RIVA, V.; BORIN, S. Bacterial culturing is crucial to boost sustainable agriculture. **Trends in Microbiology**, v. 31, n. 1, p. 1–4, jan. 2023.

MGOMEZULU, W. R.; EDRISS, A.; MACHIRA, K.; PANGAPANGA-PHIRI, I. Towards sustainability in the adoption of sustainable agricultural practices: Implications on household poverty, food and nutrition security. **Innovation and Green Development**, v. 2, n. 3, p. 100054, set. 2023.

PENG, W.; ZHENG, H.; ROBINSON, B. E.; LI, C.; LI, R. Comparing the importance of farming resource endowments and agricultural livelihood diversification for agricultural sustainability from the perspective of the food–energy–water nexus. **Journal of Cleaner Production**, v. 380, n. P2, p. 135193, dez. 2022.

PORCIELLO, J.; COGGINS, S.; MABAYA, E.; OTUNBA-PAYNE, G. Digital agriculture services in low- and middle-income countries: A systematic scoping review. **Global Food Security**, v. 34, n. June, p. 100640, set. 2022.

PURCELL, W.; NEUBAUER, T. Digital Twins in Agriculture: A State-of-the-art review. **Smart Agricultural Technology**, v. 3, n. July 2022, p. 100094, fev. 2023.

SACHITHRA, V.; SUBHASHINI, L. D. C. S. How artificial intelligence uses to achieve the agriculture sustainability: Systematic review. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 8, p. 46–59, jun. 2023.

TAO, T.; MA, L.; WANG, X.; WU, S.; SHI, Z.; CUI, X. Resilience or efficiency? Strategic options for sustainable development of agricultural systems in ecologically fragile areas of China. **Science of The Total Environment**, v. 881, n. March, p. 163411, jul. 2023.

VIGOROSO, L.; CAFFARO, F.; MICHELETTI CREMASCO, M.; CAVALLO, E. Developing a more engaging safety training in agriculture: Gender differences in digital game preferences. **Safety Science**, v. 158, n. September 2022, p. 105974, fev. 2023.

ZHANG, C.-Y.; OKI, T. Water pricing reform for sustainable water resources management in China's agricultural sector. **Agricultural Water Management**, v. 275, n. April 2022, p. 108045, jan. 2023.

ZHENG, F.; ZHOU, X. Sustainable model of agricultural product logistics integration based on intelligent blockchain technology. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 57, n. May, p. 103258, jun. 2023.

ZSCHEISCHLER, J.; BRUNSCH, R.; ROGGA, S.; SCHOLZ, R. W. Perceived risks and

vulnerabilities of employing digitalization and digital data in agriculture – Socially robust orientations from a transdisciplinary process. **Journal of Cleaner Production**, v. 358, n. April, p. 132034, jul. 2022.



# **ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA: PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS NO PERÍODO DE 2013 A 2022**

## **BIBLIOMETRIC ANALYSIS: BIOGAS PRODUCTION FROM LIGNOCELLULOSIC WASTE IN THE PERIOD FROM 2013 TO 2022**

### **ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO: PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS EN EL PERÍODO 2013 A 2022**

**DOI:** <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.768-784>

**Liliana Andréa dos Santos**

Doutora em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[liliana.andrea.santos@gmail.com](mailto:liliana.andrea.santos@gmail.com)

**Leonardo César da Silva**

Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [leonardo.cesarsilva@ufrpe.br](mailto:leonardo.cesarsilva@ufrpe.br)

**Guilherme Gomes de Sousa Magalhães**

Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[guilhermegomesdesousa123@gmail.com](mailto:guilhermegomesdesousa123@gmail.com)

**André Felipe de Melo Sales Santos**

Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, [andre.felipesantos@ufrpe.br](mailto:andre.felipesantos@ufrpe.br)

**Tatiana Souza Porto**

Doutora em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
[tatiana.porto@ufrpe.br](mailto:tatiana.porto@ufrpe.br)

## Resumo

A biomassa lignocelulósica é um dos recursos orgânicos mais abundantes em todo o mundo e é uma fonte promissora de energia renovável e bioprodutos. Consiste basicamente em três frações, celulose, hemicelulose e lignina. A utilização dessa biomassa para a produção de biogás através da digestão anaeróbia, vem ganhando força no mercado devido à grande geração de resíduos lignocelulósicos agroindustriais e aos ganhos econômicos e ambientais. O biogás obtido através da utilização desses resíduos na digestão anaeróbia pode ser usado como bioenergia e biocombustível. Diante disso, o objetivo do trabalho foi realizar o mapeamento bibliométrico das publicações sobre a utilização dos resíduos lignocelulósicos como fonte de biomassa na produção de biogás no período de 2013 a 2022. Adotando como método de pesquisa, uma revisão na literatura de uma aproximação focal, com base no levantamento e análise de documentos científicos obtidos a partir da base de dados Scopus. Um total de 977 artigos de pesquisa e revisão foram selecionados para análise bibliométrica utilizando o software Vosviewer. Obteve-se, como resultado, um aumento significativo nos números de artigos publicados nos últimos 10 anos, através da análise bibliométrica foi possível obter o ranking dos documentos mais importantes, o ranking das revistas mais utilizadas para publicação dos artigos, os países mais relevantes estão distribuídos em quatro continentes Ásia (China, Índia), América do Norte (Estados Unidos, México), América do Sul (Brasil) e Europa (Itália, Alemanha, França, Espanha, Polônia) com relação de coautoria em termos de citações e documentos publicados, além disso, as palavras-chave *anaerobic digestion*, *biogas*, *lignocellulosic biomass*, *methane* e *pretreatment* foram as palavras com maior número de ocorrência utilizadas pelos autores para representar a temática de produção de biogás a partir da biomassa lignocelulósica. Pode-se concluir que a temática tem se destacado ao longo dos últimos anos com maior significativo no número de artigos publicados.

**Palavras-Chave:** digestão anaeróbia; biomassa lignocelulósica; metano; bibliometria.

## Resumen

La biomasa lignocelulósica es uno de los recursos orgánicos más abundantes en todo el mundo y es una fuente prometedora de energía renovable y bioproductos. Básicamente consta de tres fracciones, celulosa, hemicelulosa y lignina. El uso de esta biomasa para la producción de biogás mediante digestión anaeróbica ha ido ganando fuerza en el mercado debido a la gran generación de residuos lignocelulósicos agroindustriales y las ganancias energéticas y ambientales. El biogás obtenido mediante el aprovechamiento de estos residuos en la digestión anaeróbica puede ser utilizado como bioenergía y biocombustible. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue realizar un mapeo bibliométrico de publicaciones sobre el uso de residuos lignocelulósicos como fuente de biomasa en la producción de biogás en el período de 2013 a 2022. Adoptando como método de investigación, una revisión bibliográfica de un enfoque focal, basado en el levantamiento y análisis de documentos científicos obtenidos de la base de datos Scopus. Se seleccionaron un total de 977 artículos de investigación y revisión para su análisis bibliográfico utilizando el software Vosviewer. Como resultado se obtuvo un aumento significativo en el número de artículos publicados en los últimos 10 años, a través del análisis bibliográfico se obtuvo el

ranking de los documentos más importantes, el ranking de las revistas más utilizadas para la publicación de los artículos, el Los países más relevantes se distribuyen en cuatro continentes Asia (China, India), América del Norte (Estados Unidos, México), América del Sur (Brasil) y Europa (Italia, Alemania, Francia, España, Polonia) con relación de coautoría en cuanto a seguridad y documentos publicados, además, las palabras clave "digestión anaeróbica", "biogás", "biomasa lignocelulósica", "metano" y "pretratamiento" fueron las palabras con mayor número de ocurrencias utilizadas por los autores para representar el tema de producción de biogás a partir de biomasa lignocelulósica. Se puede concluir que el tema temático se ha destacado en los últimos años con mayor significación en el número de artículos publicados.

**Palabras Clave:** digestión anaeróbica; biomasa lignocelulósica; metano; bibliometría.

## Abstract

Lignocellulosic biomass is one of the most abundant organic resources worldwide and is a promising source of renewable energy and bioproducts. It basically consists of three fractions, cellulose, hemicellulose and lignin. The use of this biomass for the production of biogas through anaerobic digestion has been gaining strength in the market due to the large generation of agro-industrial lignocellulosic residues and energy and environmental gains. The biogas obtained through the use of these residues in anaerobic digestion can be used as bioenergy and biofuel. Therefore, the objective of this work was to carry out a bibliometric mapping of publications on the use of lignocellulosic residues as a source of biomass in the production of biogas in the period from 2013 to 2022. Adopting as a research method, a literature review of a focal approach, based on the survey and analysis of scientific documents obtained from the Scopus database. A total of 977 research and review articles were selected for bibliographic analysis using Vosviewer software. As a result, a significant increase in the number of articles published in the last 10 years was obtained, through the bibliographic analysis it was obtained the ranking of the most important documents, the ranking of the most used journal for publication of the articles, the most relevant countries are distributed on four continents Asia (China, India), North America (United States, Mexico), South America (Brazil) and Europe (Italy, Germany, France, Spain, Poland) with co-authorship relationship in terms of security and published documents, in addition, the keywords "anaerobic digestion", "biogas", "lignocellulosic biomass", "methane" and "pre-treatment" were the words with the highest number of occurrences used by the authors to represent the theme of biogas production from lignocellulosic biomass. It can be concluded that the thematic theme has stood out over the last few years with greater significance in the number of articles published.

**Keywords:** anaerobic digestion; lignocellulosic biomass; methane; bibliometry.

## Introdução

Uma das atividades humanas mais antigas e expressivas é a agricultura, de onde provém boa parte da alimentação global. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2022), o setor agrícola produziu cerca de 9 bilhões de toneladas de alimentos no ano de 2020. A grande quantidade gerada

evidencia uma problemática global: a geração de resíduos lignocelulósicos. Os resíduos vindos da indústria agrícola são de natureza vegetal, o que resulta em uma biomassa com alto teor de compostos lignocelulósicos. Os principais compostos da biomassa lignocelulósica são celulose, hemicelulose e lignina, cujas concentrações variam de acordo com as características do material, mas geralmente representam, respectivamente, 38-50%, 5-32% e 5-22% do material vegetal (KANG; TAN, 2016).

Um dos problemas enfrentados pela sociedade humana nos tempos modernos é a questão energética e, principalmente, a destinação de resíduos. A biomassa proveniente do setor agrícola gera uma grande quantidade de um material rico em triglicerídeos, lignocelulose e sacarídeos, este pode ser utilizado para a geração de energia, visando substituir os combustíveis fósseis (KUMAR *et al.*, 2020; QASEEM; SHAHEEN; WU, 2021).

A celulose é o principal componente da biomassa lignocelulósica, representando cerca de 33% de todo o material vegetal. Ela é um produto da fotossíntese e um polímero com diversas aplicações na indústria, além de ser o maior reservatório de carbono orgânico do planeta. A celulose é composta por D-glicose, que estão ligadas por ligações  $\beta$  (1,4)-glicosídicas (SUNDARRAJ, A. A.; RANGANATHAN, T.V., 2018). A hemicelulose é um polímero vegetal complexo, composto por múltiplas unidades monoméricas de açúcares pentose e hexose, além de outros pequenos grupos. É o segundo principal constituinte dos resíduos lignocelulósicos e influencia o processo enzimático (QASEEM; SHAHEEN; WU, 2021). O terceiro componente principal da biomassa lignocelulósica é a lignina, composta por polímeros aromáticos. Ela é um polímero complexo, amorfo e irregular de monômeros fenilpropanoides, como o monômero guaiacil (tipo G), o monômero siringil (tipo S) e o monômero p-fenílico (tipo H) (KUMAR *et al.*, 2020).

Os compostos lignocelulósicos são encontrados em pacotes de celulose, hemicelulose e lignina, estes compostos são unidos por ligação de hidrogênio (KUMAR *et al.*, 2020). A produção de biogás como uma alternativa a destinação desses resíduos vai variar conforme as frações destes compostos. A hemicelulose é uma fração positiva para o processo de digestão anaeróbia, processo este responsável pela geração de biogás. Por outro lado, a presença de celulose e lignina podem interferir negativamente nesse processo (EL ACHKAR *et al.*, 2016). Dessa

forma, o presente trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento bibliométrico das publicações sobre a utilização dos resíduos lignocelulósicos como fonte de biomassa na produção de biogás no período de 2013 a 2022.

## Referencial teórico

### Biomassa Lignocelulósica

Atualmente, o setor energético depende diretamente de fontes não renováveis para a produção de combustíveis como petróleo, gás natural e carvão mineral, por exemplo. Assim, uma alternativa para produção de biocombustíveis é através do reaproveitamento da biomassa lignocelulósica que são compostos orgânicos que possui em sua composição celulose, hemicelulose e lignina (BOMTEMPO *et al.*, 2017). A utilização dessa biomassa é capaz de gerar inúmeros combustíveis sustentáveis como biodiesel, etanol de segunda geração e biogás (GOVARTHANAN *et al.*, 2022).

Um dos principais desafios para a produção de biocombustíveis através da biomassa lignocelulósica é devido a estrutura complexa e resistente a degradação (SHARMA *et al.*, 2022). A celulose é um polímero formado por moléculas de glicose de estruturas lineares conectadas por ligações glicosídicas  $\beta - 1, 4$ , sendo o principal componente da biomassa (GAETE; TEODORO; MARTINAZZO, 2020). A hemicelulose é composta por polissacarídeos com variadas unidades de açúcares e apresenta cadeias moleculares curtas e ramificadas com o objetivo de proteger a celulose. Por outro lado, a lignina é formada por fenil propanóides e possui temperamento hidrofóbico sendo capaz de absorver agentes hidrolíticos como enzimas e compostos químicos (LUIS SANCHEZ *et al.*, 2019).

A biomassa utilizada para aproveitamento energético pode ser de origem animal ou vegetal e é derivada principalmente de atividades agropecuárias. No Brasil, o setor agropecuário ocupa um cenário de destaque no ponto de vista socioeconômico, entretanto, é um dos principais setores de geração de resíduos sólidos orgânicos que necessitam de disposição final ambientalmente adequada de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

## Digestão anaeróbia da biomassa lignocelulósica

Assim, alternativa sustentável que atenda a legislação vigente é o aproveitamento da biomassa como substrato para produção de biocombustíveis como o biogás, por exemplo, produto oriundo da digestão anaeróbia (DONKOR *et al.*, 2022). O processo de digestão anaeróbia ocorre na presença de bactérias anaeróbias e arqueas metanogênicas que utiliza a biomassa orgânica como fonte de carbono na ausência de oxigênio no meio e, assim, gerando biogás e biofertilizante como os principais subprodutos (BANDGAR; JAIN; PANWAR, 2022). A digestão anaeróbia é dividida em quatro etapas sendo elas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Inicialmente, a etapa de hidrólise é capaz de converter compostos orgânicos complexos em produtos mais simples. A seguir, a etapa de acidogênese é responsável em converter os orgânicos simples em ácidos graxos voláteis como o ácido acético, por exemplo, através do trabalho das bactérias acidogênicas. Durante a acetogênese, os subprodutos derivados da etapa anterior são transformados em substrato como o acetato para ser utilizado na etapa de metanogênese e assim, a formação de biogás (MILLATI *et al.*, 2023)

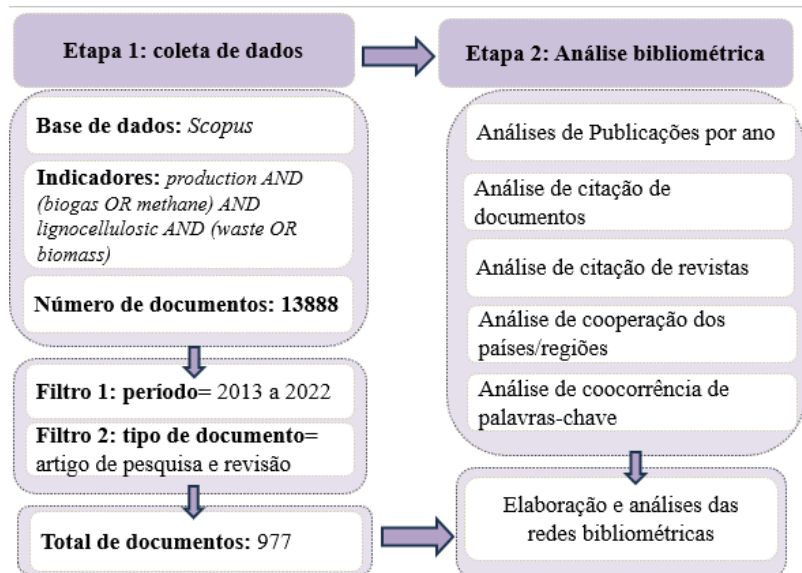
Por fim, a metanogênese é a última etapa da digestão anaeróbia, que é considerada a etapa mais importante do processo devido ser a fase responsável pela produção de metano através das arqueas metanogênicas. A fase metanogênica é a fase sensível durante o processo anaeróbio devido aos micro-organismos metanogênicos apresentarem fragilidade as condições ambientais como pH, temperatura e subprodutos de etapas anteriores e, conseqüentemente, afetar produção de biogás com baixa concentrações de metano (YADAV *et al.*, 2022).

O biogás derivado da digestão anaeróbia possui em sua composição metano, correspondendo entre 60 a 80%, seguido de dióxido de carbono entre 20 a 30% e outros gases em concentrações inferiores como sulfeto de hidrogênio (SOUZA *et al.*, 2010). Assim, o biogás pode ser reaproveitado pela indústria energética devido ao alto poder calorífico do metano, sendo capaz de gerar eletricidade através de sua combustão completa.

## Metodologia

A Figura 01 mostra de forma resumida as etapas da coleta de dados e análise bibliométrica.

**Figura 01:** Etapas de coleta de dados através da plataforma Scopus e análise bibliométrica.



Fonte: própria (2023).

A coleta de dados foi realizada no dia 22 de junho de 2023, a partir do Portal de Periódicos Capes, pesquisando documentos científicos sobre aproveitamento dos resíduos lignocelulósicos usados na produção biogás.

A busca dos documentos foi realizada através de levantamento de dados a partir da plataforma *Scopus*, no idioma inglês, utilizando critérios para seleção dos documentos através das palavras-chave contidas no TITLE-ABS-KEY. A busca dos indicadores foi aplicada no título, resumo e palavras-chave, utilizando os indicadores combinados com os operadores booleanos: *production AND (biogas OR methane) AND lignocellulosic AND (waste OR biomass)*. Após a busca na plataforma, foram obtidos 1373 documentos sobre a temática. A busca foi refinada por ano de publicação (2013-2022), tipo de documento (artigos de pesquisa e revisão) e idioma (inglês) resultando em 977 documentos como amostra final para elaboração das redes bibliométricas. Os documentos foram extraídos da plataforma *Scopus* no formato "CSV. excel". A plataforma *Scopus* foi a base utilizada pelo fato de fornecer acesso aos principais bancos de dados de documentos mais citados mundialmente.

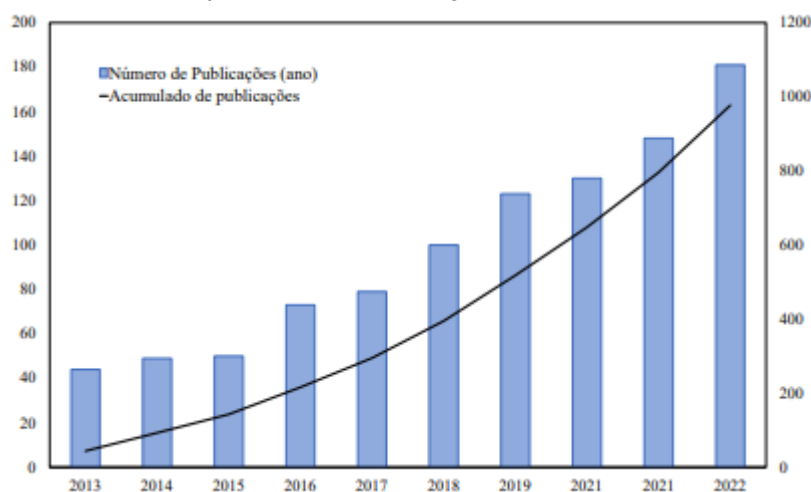
Para a análise bibliométrica dos 977 documentos obtidos na base de dados *Scopus* foi usado o software *VOSviewer*, um programa gratuito para construção de

redes bibliométricas, baseado em técnicas de agrupamento de dados (VAN; WALTMAN, 2010). O programa *Vosviewer* foi utilizado para construção e análise de redes bibliométricas de citação de documentos, distribuição geográfica de coautoria, ocorrência de palavras-chave e citação de revistas.

## Resultados e discussão

A Figura 02, mostra a evolução das publicações, referente ao uso de resíduos lignocelulósicos (palhas, cascas, bagaços como biomassa) para produção de biogás para aproveitamento energético. No total, 977 foram publicados entre 2013 e a partir da base de dados *Scopus*, incluindo 813 (83,22%) artigos de pesquisa e 164 artigos de revisão (16,78%).

**Figura 02:** Evolução das publicações durante o período de 2013 a 2022 sobre produção de biogás a partir de biomassa lignocelulósica



Fonte: própria (2023).

Desde 2016, o quantitativo anual de publicações aumentou significativamente, com um total de 834 artigos publicados entre 2016 e 2022, representando 85,4% do total de publicações. O número de publicações atingiu o pico o máximo em 2022 com 181 (18,52%) artigos publicados sobre a temática.

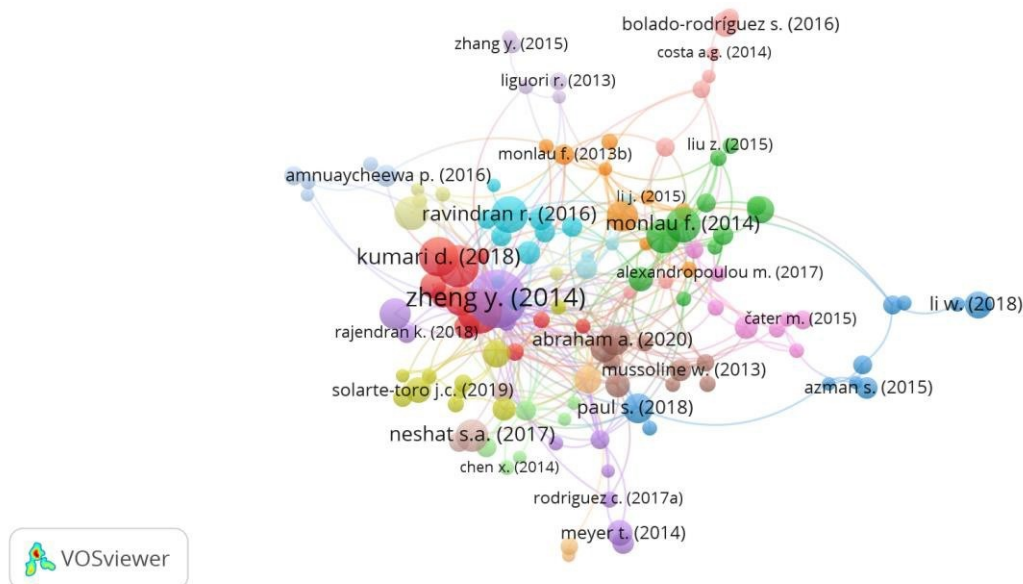
### Análise bibliométrica de citação de documentos

Dos 977 documentos obtidos, 167 documentos tinham no mínimo cinquenta citações (Figura 03). A rede bibliométrica mostra os 128 documentos com relação de



citação entre eles, divididos em dezessete cluters. Na rede bibliométrica o tamanho dos círculos representa o número de citações dos artigos no período de 2013 a 2022.

**Figura 03:** Rede bibliométrica dos artigos de pesquisa e revisão mais citados no período de 2013 a 2022.



Fonte: própria (2023).

O quadro 01 mostra o ranking dos dez artigos com maior número de documentos e mais citados.

O artigo mais citado foi o de Zheng *et al.* 2014 intitulado *‘Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas production’* publicado no periódico conforme mostrado no Quadro 01, este documento foi citado 938 vezes. O artigo aborda uma revisão sobre os métodos de pré-tratamento utilizados para otimizar a produção de biogás a partir biomassa lignocelulósica. Além de disso, descreve o processo digestão anaeróbia, as propriedades da estrutura e composicionais da biomassa lignocelulósica e várias técnicas de pré-tratamento (químicos físicos, biológicos).

**Quadro 01:** Top 10 de documentos mais citados no período de 2013 a 2022.

Ranking	Título	Primeiro autor/ano	úmero de citações	Periódico	Referência
1º	<i>Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas production</i>	Zheng Y. (2014)	938	<i>Progress in Energy and Combustion Science</i>	Zheng <i>et al.</i> (2014)
2º	<i>Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective</i>	Guo M. (2015)	568	<i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>	Guo; Song e Buhain (2015)
3º	<i>Recent Trends in the</i>	Baruah J. (2018)	493	<i>Frontiers in</i>	Baruah <i>et al.</i>

	<i>Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Value-Added products</i>			<i>Energy Research</i>	(2018)
4º	<i>Pretreatment of lignocellulosic wastes for biofuel production: A critical review</i>	Kumari D. (2018)	418	<i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>	Kumari e Sing (2018)
5º	<i>A comprehensive review on pre-treatment strategy for lignocellulosic food industry waste: Challenges and opportunities</i>	Ravindran R. (2016)	377	<i>Bioresource technology</i>	Ravindran e Jaiswal (2016)

Fonte: própria (2023).

O segundo artigo mais citado foi *Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective* dos autores Guo; Song e Buhain (2015) publicado na *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Este artigo revisa o histórico mundial e a tendência da utilização global de biocombustíveis (bioetanol, biodiesel) e bioenergia (biogás) a partir de materiais lignocelulósicos estão em fase de desenvolvimento, vem enfrentando desafios de conversão, entretanto com boa perspectiva de custo-benefício.

O terceiro artigo mais citado foi *'Recent Trends in the Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Value-Added Products'* publicado no *Frontiers in Energy Research* citado 493 vezes nos últimos 10 anos (2013-2022). O objetivo do artigo foi similar ao anterior, com foco na discussão de várias técnicas de pré-tratamento utilizadas, além disso, o artigo aborda mostra as vantagens e desvantagens das diversas estratégias de pré-tratamento e na digestibilidade da biomassa lignocelulósica.

O quarto lugar foi ocupado pelo artigo *"Recent Trends in the Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Value-Added Products"* publicado pelos autores Kumari e Sing em 2018, citado 418 vezes. O artigo é uma revisão crítica que discute e compara diferentes estratégias de pré-tratamento, composição químicas de diferentes biomassas lignocelulósicas e a sua utilização como bioenergia. Além disso, discute várias estratégias de pré-tratamento físicas, químicas e biológicas com objetivo de serem utilizadas para a produção de biohidrogênio, biometano, bioetanol, biometanol, bio-butanol e biodiesel.

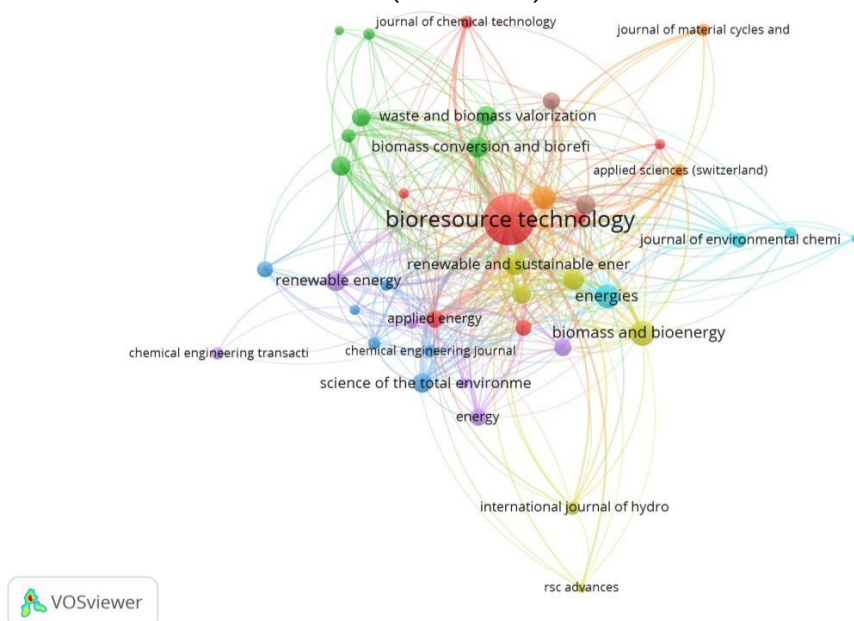
Outro artigo que se destacou entre os mais citados foi “*A comprehensive review on pre-treatment strategy for lignocellulosic food industry waste: Challenges and opportunities*” publicado por Ravindran e Jaiswal (2016) no *Bioresource Technology*. O trabalho também aborda uma revisão sobre estratégias de pré-tratamento de resíduos lignocelulosicos da indústria de alimentos com foco na estrutura linocelulose (lignina, hemicelulose, celulose) e sua influência na degradação enzimática mostrando a importância da utilização dos pré-tratamentos para remoção de componentes que inibem o crescimento microbiano e a degradação enzimática da estrutura é uma solução promissora para aumentar seu uso.

### Análise bibliométrica de revistas

Um total de 254 periódicos publicaram artigos sobre a temática estudada, dos quais 41 (16,41%) periódicos publicaram mais de 5 artigos com no mínimo 5 citações (Figura 04).

Os periódicos foram agrupadas em oito clusters, representados pelas cores: vermelho (cluster 1) com sete revistas; verde (cluster 2) inclui sete revistas; azul (cluster 3) com seis revistas, amarelo (cluster 4) com seis revistas; lilás (cluster 5) com seis revistas, azul claro (cluster 6) com quatro revistas; laranja (cluster 7) com três revistas e marrom (cluster 8) com duas revistas.

**Figura 04:** Rede bibliométrica dos periódicos utilizados para publicação dos artigos nos últimos dez anos (2013- 2022).



Fonte: própria (2023).

Conforme mostrado no Quadro 02, os dez principais periódicos juntos publicaram 35,31% (345 artigos) do total das publicações (997 artigos).

**Quadro 02:** Os dez periódicos de maior relevância em termos de artigos publicados e citações no período de 2013 a 2022.

Ranking	Revista	artigos	citações	%977 artigos
1º	<i>bioresource technology</i>	131	6624	13,4
2º	<i>biomass and bioenergy</i>	32	672	3,3
3º	<i>energies</i>	29	445	3,0
4º	<i>waste management</i>	26	805	2,7
5º	<i>renewable and sustainable energy reviews</i>	23	3334	2,4
6º	<i>lignocellulose conversion and biorefinery</i>	22	224	2,3
7º	<i>journal of environmental management</i>	21	927	2,1
8º	<i>renewable energy</i>	21	492	2,1
9º	<i>technology for biofuels</i>	20	790	2,0
10º	<i>industrial crops and products</i>	20	463	2,0

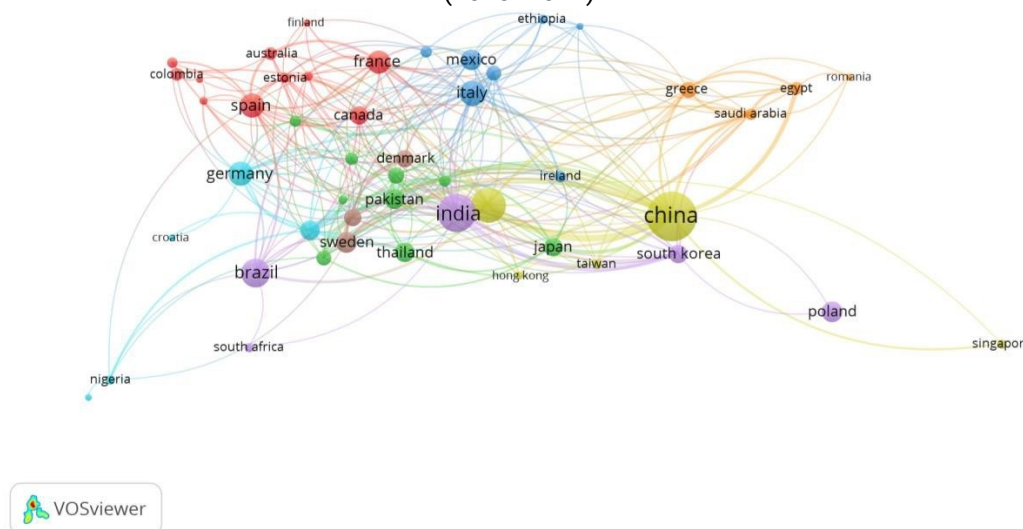
Fonte: própria (2023).

O periódico *bioresource technology* (131 publicações, 13,4%) publicou a maioria dos artigos sobre a produção de biogás através da digestão anaeróbia a partir da biomassa lignocelulósica, seguido por *biomass and bioenergy* (32 publicações, 3,3%) e o periódico *energies* (23 publicações, 3,0%). Além disso, *bioresource technology* (6624 citações) e *renewable and sustainable energy reviews* (3334 citações) foram os periódicos mais citados no período de 2013 a 2022.

### **Análise bibliométrica de cooperação de coautoria de países**

Analisando a afiliação dos autores com relação de coautoria entre países, é perceptível perceber que a temática tem relevância mundial. Os 977 artigos publicados sobre a produção de biogás a partir de resíduos lignocelulósicos estão distribuídos em 89 países, com, pelo menos, um artigo publicado. A rede bibliométrica mostra os países com no mínimo cinco artigos publicados com 50 citações (Figura 05).

**Figura 05:** Rede bibliométrica de cooperação de coautoria de países no período nos últimos 10 anos (2013- 2022).



Fonte: própria (2023).

Os países foram distribuídos em 8 clusters: o cluster 1 (vermelho) com 11 países liderado pela Espanha (49 artigos) o cluster 2 (verde) com 9 países, com destaque para o Paquistão (33 artigos); o cluster 3 (azul) com 7 países, liderado pela Itália (55 artigos); O cluster 4 (amarelo) com 5 países, liderado pela China (199 artigos); O cluster 5 (lilás), com 5 países, liderado pela Índia; o cluster 6 (azul-claro) com 5 países, liderado pela Alemanha (49 artigos); cluster 7 (laranja) com 4 países, liderado pela Grécia e o cluster 8 com 3 países com a Suécia (37 artigos publicados). A análise bibliométrica do país de afiliação dos autores é importante, pois demonstra a relevância da pesquisa e a contribuição de vários países sobre a temática pesquisada.

**Quadro 03:** Ranking dos dez países mais relevantes em termos de documentos publicados e citações (2013- 2022)

Ranking	País	Nº de artigos	%977 artigos	Nº de citações	Continente
1º	China	199	20,4	5184	Ásia
2º	Índia	116	11,9	4113	Ásia
3º	Estados Unidos	99	10,1	5281	América do Norte
4º	Brasil	70	7,2	1104	América do Sul
5º	Itália	55	5,6	2170	Europa
6º	Alemanha	49	5,0	1609	Europa
7º	Espanha	49	5,0	1555	Europa
8º	França	45	4,6	2406	Europa
9º	México	38	3,9	753	América do Norte
10º	Polônia	37	3,8	679	Europa

Fonte: própria (2023).



Dos 977 artigos, foram obtidas 2120 palavras-chave utilizadas pelos autores, destas, 55 palavras-chave ocorreram no mínimo dez vezes. A palavra-chave "anaerobic digestion" foi a mais relevante com 337 ocorrências, seguida por "biogas" (233 ocorrências), "lignocellulosic biomass" (193 ocorrências), "methane" (106 ocorrências) e "pretreatment" (41 ocorrências), sendo as palavras-chave mais relevantes para representar a temática analisada.

## Conclusões

A análise bibliométrica dos artigos publicados sobre a utilização de biomassa lignocelulósica para produção de biogás tem crescido de forma significativa nos últimos 10 anos.

Dos 977 artigos obtidos na base de dados *Scopus*, 56,88% (167 documentos) tinham no mínimo cinquenta citações, dentre esses os cinco documentos com maior números de citações foram Zheng *et al.* (2014), Guo; Song e Buhain (2015), Baruah *et al.* (2018), Kumari e Sing (2018) e Ravindran e Jaiswal (2016).

As pesquisas científicas sobre a temática se concentra em cerca de dez países com relação de coautoria que respondem, em conjunto, por 77,5% dos documentos publicados em quatro continentes, o país mais relevante foi a China com 20,4% (119 artigos) das publicações.

As palavras-chave com maior número de frequência para representar o tema central do estudo foram "anaerobic digestion", "biogas", "lignocellulosic biomass", "methane" e "pretreatment".

## Referências

BANDGAR, P. S.; JAIN, S.; PANWAR, N. L. A comprehensive review on optimization of anaerobic digestion technologies for lignocellulosic biomass available in India. **Biomass and Bioenergy**, v. 161, p. 106479, 2022.

BARUAH, J.; NATH, B. K.; SHARMA, R.; KUMAR, S., DEKA, R. C.; BARUAH, D. C.; KALITA, E Recent trends in the pretreatment of lignocellulosic biomass for value-added products. **Frontiers in Energy Research**, v. 6, p. 141, 2018.

BOMTEMPO, F. V. S. et al. Production of cellulases by *Penicillium oxalicum* through solid state fermentation using agroindustrial substrates. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 39, n. 3, p. 321–329, 2017.

BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/lei12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/lei12305.htm).

DONKOR, K. O. et al. A perspective on the combination of alkali pre-treatment with bioaugmentation to improve biogas production from lignocellulose biomass. **Bioresource Technology**, v. 351, p. 126950, 2022.

EL ACHKAR, J. H.; LENDORMI, T.; HOBAIKA, Z.; SALAMEH, D.; LOUKA, N.; MAROUN, R. G.; LANOISELLÉ, J. L. Anaerobic digestion of grape pomace: Biochemical characterization of the fractions and methane production in batch and continuous digesters. **Waste Management**. v. 50, p. 275-282, 2016.

FAO. 2022. **World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022**. Rome. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc2211en>. Acesso em 07/07/2023.

GAETE, A. V.; TEODORO, C. E. DE S.; MARTINAZZO, A. P. Utilização de resíduos agroindustriais para produção de celulase: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 17 jul. 2020.

GOVARTHANAN, M. et al. Emerging trends and nanotechnology advances for sustainable biogas production from lignocellulosic waste biomass: A critical review. **Fuel**, v. 312, 15 mar. 2022.

GUO, M.; SONG, Weiping.; BUHAIN, J. Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 42, p. 712-725, 2015.

KANG, Q.; TAN, T. Exergy and CO<sub>2</sub> Analyses as Key Tools for the Evaluation of Bio-Ethanol Production. **Sustainability**. v. 8, p. 76, 2016.

KUMARI, Dolly; SINGH, Radhika. Pretreatment of lignocellulosic wastes for biofuel production: A critical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 90, p. 877- 891, 2018.

LUIS SANCHEZ, J. et al. Lignocellulosic Biomass: Understanding Recalcitrance and Predicting Hydrolysis. **Frontiers in Chemistry**, v. 7, p. 874, 2019.

MILLATI, R. et al. Anaerobic digestion biorefinery for circular bioeconomy development. **Bioresource Technology Reports**. v. 21, p. 1013, 2023.

SHARMA, G. et al. Lignocellulolytic enzymes from *Aspergillus allahabadii* for efficient bioconversion of rice straw into fermentable sugars and biogas. **Bioresource Technology**, v. 360, p.1, 2022.

SOUZA, O. et al. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 438–443, 2010.



SUNDARRAJ, A. A.; VASUDEVAN, R. T.; A review on cellulose and its utilization from agro-industrial waste. **Drug Invention Today**. v. 10, p. 89-94, 2018.

QASEEM, M. F.; SHAHEEN, H.; WU, A. Cell wall hemicellulose for sustainable industrial utilization. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 144, 2021.

RAVINDRAN, R.; JAISWAL, A K. A comprehensive review on pre-treatment strategy for lignocellulosic food industry waste: challenges and opportunities. **Bioresource technology**, v. 199, p. 92-102, 2016.

VAN ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. Text mining and visualization using VOSviewer.  
**arXiv preprint arXiv:1109.2058**, 2011.

YADAV, M. et al. **Organic waste conversion through anaerobic digestion: A critical insight into the metabolic pathways and microbial interactions**. **Metabolic Engineering**, v. 69, p. 323-337, 2022.

ZHENG, Y.; ZHAO, J. J.; XU, F.; LI, Y. Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas Production. **Progress in Energy and Combustion Science**, [s.l.], v. 42, p. 35-53, 2014.



# ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE EXTRATOS VEGETAIS FRENTE AO *Colletotrichum musae* ISOLADO DE BANANAS

## **Thalesram Izidoro Pinotti**

Bacharelado em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Piauí – *Campus* Professora Cinobelina Elvas, [thalesram@hotmail.com](mailto:thalesram@hotmail.com)

## **Thiago Pajeú Nascimento**

Doutor em Biologia Aplicada em Saúde, Universidade Federal do Piauí – *Campus* Professora Cinobelina Elvas, [thiagopajeu@ufpi.edu.br](mailto:thiagopajeu@ufpi.edu.br)

## **Tiago de Oliveira Sousa**

Doutor em Produção Vegetal, Universidade Federal do Piauí – *Campus* Professora Cinobelina Elvas, [tiagoklista0803@gmail.com](mailto:tiagoklista0803@gmail.com)

## **Ionnara Diogo Xavier**

Bacharelado em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Piauí – *Campus* Professora Cinobelina Elvas, [ionnaradiogoxavier3237@gmail.com](mailto:ionnaradiogoxavier3237@gmail.com)

## **Alice Maria Gonçalves Santos**

Doutora em Fitopatologia, Universidade Federal do Piauí – *Campus* Professora Cinobelina Elvas, [alicemgsantos@ufpi.edu.br](mailto:alicemgsantos@ufpi.edu.br)

## Resumo

A banana, é a fruta mais consumida pelo mundo, sobretudo no Brasil. Entretanto, o mercado consumidor tem exigido frutas de alta qualidade e produzidas com o menor impacto ao meio ambiente. Com isso, alternativas para o controle de doenças pós-colheita tem se tornado primordial para redução no uso de fungicidas tradicionais. Sendo uma das principais doenças pós-colheita da banana, a antracnose, que se manifesta principalmente no fruto já maduro, levando o produtor a perdas significativas. Uma das alternativas para o manejo dessa doença é a utilização de extratos de plantas que contêm biomoléculas antimicrobiana, que inibem o desenvolvimento de microrganismos. Diante disso, objetivou-se avaliar a atividade antifúngica de extratos brutos da *Dipteryx lacunifera* (SISGEN AFF149E), *Luffa operculata* e *Vanilla planifolia* frente ao *Colletotrichum musae* isolado de bananas comercializadas em Bom Jesus – Piauí. O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, para a obtenção do extrato foi utilizado a semente torrada da *D. lacunifera* extraída nos tampões fosfato de sódio pH 7,0 (0,1M) e cloreto de sódio (NaCl) pH 7,0 (0,1M) no tempo de extração de 2 horas, a bucha de *L. operculata* extraída em tampão de fosfato de sódio pH 7,0 (0,1 M) no tempo de extração de 6 horas e o caule da *Vanilla planifolia* extraído à com água destilada. Após as extrações das respectivas amostras com seus tampões de extração, os extratos foram centrifugados a 8000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante foi considerado extrato bruto e utilizado para as respectivas análises. Esses extratos foram avaliados quanto ao seu potencial de inibição do desenvolvimento do patógeno (*Colletotrichum musae*). Após a realização da triagem microbiológica e estabelecimento da concentração inibitória mínima (CIM), selecionou-se os melhores extratos que apresentaram propriedades antifúngicas para a determinação da concentração fungicida mínima (CFM). O extrato de semente torrada da *D. lacunifera* em tampão à base de fosfato de sódio apresentou inibição do crescimento fúngico nas diluições 1:1, 1:2 e 1:3, seguido do extrato da bucha da *L. operculata* na concentração de 1:1. No entanto, o extrato de semente torrada extraído no tampão à base de NaCl e o extrato do caule da *V. planifolia* não apresentaram atividades antimicrobiana frente ao isolado testado. Sendo, entre esses, o extrato do tampão à base de fosfato de sódio da *D. lacunifera* o mais eficiente na atividade antifúngica, uma vez que inibiu o crescimento do patógeno em diluições diferentes. Sendo assim, os testes *in vitro* do extrato bruto de semente torrada *D. lacunifera* no tampão à base de fosfato de sódio e extrato bruto da *L. Operculata* apresentaram inibição do crescimento micelial do *Colletotrichum musae*, indicando uma aplicação desses extratos com viabilidade de utilização no controle alternativo da antracnose em frutas de bananeira.

**Palavras-chave:** antracnose; biomoléculas; controle alternativo; *Musa* sp.

## **Seção 7**

# **Automação, modelagem e simulação de processos da Agroindústria**

# **MECANIZAÇÃO E AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS NA AQUICULTURA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA**

## **MECANIZACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN ACUICULTURA: UNA REVISIÓN DE LITERATURA INTEGRATIVA**

### **MECHANIZATION AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES IN AQUACULTURE: AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW**

**DOI:** <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.788-806>

**Fábio Francisco da Silva**

Mestre em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, [msczootecnista2014@gmail.com](mailto:msczootecnista2014@gmail.com)

**Williams Valdevino do Nascimento**

Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, [williams.nascimento@ceca.ufal.br](mailto:williams.nascimento@ceca.ufal.br)

**Heberth Gustavo Ferreira Alves**

Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, [heberth.alves@ceca.ufal.br](mailto:heberth.alves@ceca.ufal.br)

**Henrique Santana Araújo**

Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, [Henrique.araujo@ceca.ufal.br](mailto:Henrique.araujo@ceca.ufal.br)

**Emeson Farias Araujo Santos**

Mestre em Ciências, Universidade Federal de Alagoas, [emeson.araujo.santos@gmail.com](mailto:emeson.araujo.santos@gmail.com)

## Resumo

A aquicultura é um termo utilizado que compreender a arte de criar e multiplicar tanto animais quanto plantas em ambientes aquáticos. Neste sentido, é importante compreender a mecanização e automação de processos produtivos na Aquicultura para cada tipo de organismo aquático, a fim de promover melhor rendimento produtivo. Logo, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa sobre a literatura sobre mecanização e automação de processos produtivos na aquicultura. Para tanto, foi necessário utilizar os princípios de fluxo PRISMA *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* para realizar o rastreamento e seleção dos trabalhos disponíveis na literatura. Os descritores de busca foram: Mecanização AND “automação de processos produtivos” AND Aquicultura. Por conseguinte, os dados foram analisados segundo os critérios de análise do documento orientado pela Bardin, a partir da técnica de análise, adaptado as condições de interesse desta pesquisa. Foram selecionados 20 trabalhos, nos quais foram extraídos as informações: manejo, qualidade de água e alimentação; sistema de produção de peixes; alevinagem e engorda, despesca; processamento e transporte; rastreabilidade e estocagem do pescado. É importante destacar que o fitoplâncton apresenta grande importância quando se fala em promover um melhor manejo durante a alevinagem, isso porque para o viveiro, eles são um dos principais fornecedores de oxigênio que, por sua vez, promove melhores condições para as larvas.

**Palavras-chave:** mecanização; automação de processos produtivos; Aquicultura.

## Introdução

A aquicultura é um termo utilizado que compreender a arte de criar e multiplicar tanto animais quanto plantas em ambientes aquáticos (NOGUEIRA; BEZERRA; PIANA, 2022), ou então o cultivo de organismos aquáticos que, por sua vez, inclui os peixes, moluscos, crustáceos e plantas, assim como tudo o que necessite de água para criação e manejo é englobado dentro do termo aquicultura (PACHE et al., 2022). Exemplo disso é a criação de camarão, peixes, algas, rã (PACHE et al., 2022). Neste contexto, há diferentes subdivisões dentro do termo geral aquicultura, como é o caso de Piscicultura, no qual engloba apenas a criação de peixes (BARBOSA et al., 2022) e Carcinicultura que abrange apenas a criação de camarões (SOUZA; VIANA, 2020; PACHE et al., 2022).

Neste sentido, é muito importante compreender a mecanização e automação de processos produtivos na Aquicultura para cada tipo de organismo aquático, a fim de promover melhor rendimento produtivo (SOUZA; VIANA, 2020). Isto por que cada organismo requer de técnicas específicas no seu manejo de produção (PACHE et al., 2022). Sendo assim, uma revisão integrativa da literatura torna-se de fundamental importância, devido o seu potencial em catalogar uma série de estudos primários e

secundários acerca da mecanização e automação de processos produtivos na aquicultura (BARBOSA et al., 2022). Com isso, este trabalho teve por objetivo sintetizar os achados da literatura sobre aquicultura, focando nos processos de automação produtiva.

## Referencial teórico

### Manejo, qualidade de água e alimentação

De forma geral, sabe-se que a aquicultura é compreendida como cultivar a água (PEREIRA, 2007). Neste contexto, pode-se verificar a importância de ter uma água com qualidade para o manejo de produção (BRABO et al., 2016). Sendo assim, pode-se ter, por exemplo, uma genética ótima de tilápia e uma ótima nutrição, mas caso não apresente uma qualidade de água não tem como ter sucesso neste cultivo (SOARES; TAVARES-DIAS, 2013). Neste liame, torna-se importante falar sobre o bem-estar dos organismos (FLORES; PEDROZA, 2013). Isto porque, quando se tem uma água de qualidade, ou seja, ideia para o manejo do organismo, o mesmo terá uma imunidade mais elevada que, por conseguinte, ficará mais resistente a doenças, conseqüentemente terá uma maior sobrevivência no cultivo (CARVALHO; SOUZA; CINTRA, 2013). Assim, ter uma qualidade de água melhor tenderá a ter uma menor quantidade de matéria orgânica no fundo do viveiro e, neste caso, quando menor a matéria orgânica, menor tendência de ter patógenos (MACIENTE; RAUEN; KUBOTA, 2019), principalmente os parasitas (FLORES; PEDROZA, 2013). Somando-se a isto, quando se tem uma boa qualidade de água, tenderá a ter uma melhor eficiência alimentar e, conseqüentemente, vai ter um menor tempo de cultivo (BRABO et al., 2016; CURVO et al., 2020).

Além disso, no contexto mercadológico, é possível verificar que um manejo que tem presente uma água com qualidade e, conseqüentemente, uma melhor alimentação, na hora da venda vai ter um produto mais uniforme, ou seja, um lote mais homogêneo (SOARES; TAVARES-DIAS, 2013). Isto é importante devido ter um menor custo de produção, além de um maior lucro para o produtor (FLORES; PEDROZA, 2013). Com isso, é possível compreender que está diretamente ligado a qualidade de

água, o bem estar animal para o sucesso do manejo (PEREIRA, 2007), bem como o financeiro (MACIENTE; RAUEN; KUBOTA, 2019).

Neste contexto, é importante compreender que não há fórmula mágica para o sucesso do manejo na aquicultura, isto porque não existe uma única fórmula, devido cada espécie de organismos terem suas especificidades (CURVO et al., 2020). Assim, cada caso dever ter analisado de forma individual e ter seu manejo de acordo com suas necessidades (MACIENTE; RAUEN; KUBOTA, 2019).

## Metodologia

Trata-se de uma revisão sistemática de cunho quanti-qualitativo, que visa revisar o assunto sobre mecanização e automação de processos produtivos na aquicultura. Os critérios de inclusão foram (1) trabalhos primários; (2) trabalhos secundários; (3) estudo de caso; (4) Artigo; (5) TCC; (6) Dissertação; (7) TESE; (8) Idiomas em inglês, português e espanhol; (9) Publicados entre os anos de 2010 a 2023. Já os critérios de exclusão foram (1) trabalhos duplicados; (2) trabalhos que não foram publicados nos idiomas inglês, espanhol e português. As buscas foram realizadas em bases de dados eletrônicas como: (1) Science Direct; (2) Lilacs; (3) Scopus; (4) Scielo; (5) Google scholar; (6) OATD Open Access Theses and Dissertations; (7) BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações); (8) La Referencia Red de repositorios de acceso abierto a la ciencia; (9) NDLTD Networked Digital Library of Theses and Dissertations; (10) BASE Bielefeld Academic Search Engine.

As pesquisas foram realizadas no mês de fevereiro de 2023 por meio de termos chaves determinadas nos idiomas Português, Espanhol e Inglês levando em consideração as publicações entre os anos 2010 a 2021. Os descritores de busca foram: Mecanização AND “automação de processos produtivos” AND Aquicultura.

## Resultados e discussão

Após a seleção dos estudos, os trabalhos elegíveis para compor esta revisão integrativa da literatura foram caracterizados quanto aos seus aspectos gerais, sendo autor, objetivo, tipo de estudo, metodologia e resultados principais, sendo demonstrados na **tabela 01**.



**Tabela 01:** Caracterização geral dos trabalhos incluídos na revisão integrativa da literatura acerca da mecanização e automação de processos produtivos na aquicultura.

AUTOR/ANO	OBJETIVO	TIPO DE ESTUDO	METODOLOGIA	RESULTADOS PRINCIPAIS
Casotti et al., 2015	Compreender CULTIVO E BENEFICIAMENTO DE TILÁPIA ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) E ROBALO PEVA ( <i>Centropomus parallelus</i> ) EM REGIÃO ESTUARINA NO SUDESTE DO BRASIL	Estudo primário	A partir de uma prévia identificação do processo produtivo através de visitas <i>in loco</i> e busca bibliográfica, foi elaborado um questionário para avaliar o desempenho e funcionalidade da atividade aquícola no local de estudo	A utilização de tanques-rede na piscicultura apresenta vantagens sobre o cultivo em viveiros, tais como: aproveitamento de ambientes aquáticos de pequeno volume, menor custo de implantação, rápida expansão na capacidade de produção, maior proteção contra predadores naturais, alta afinidade com a cultura dos pescadores, além da obtenção de um produto diferenciado, com baixa incidência e intensidade de problemas organolépticos no pescado
Brito et al., 2017	Compilar informações relevantes sobre a automação na tilapicultura.	Estudo secundário	O procedimento metodológico foi baseado nos princípios da revisão sistemática PRISMA, adaptada para uma revisão integrativa da literatura	Para os sistemas produtivos de tilápias serem mais rentáveis é de suma importância a automação de várias etapas dos sistemas produtivos como: realização de biometrias, classificação dos peixes, despesca, monitoramento da qualidade da água, fornecimento de ração e processamento dos peixes
Maciente, Rauen e Kubota, 2019	Tratar dos desafios para o futuro do trabalho no Brasil à luz das mudanças tecnológicas trazidas pela quarta revolução industrial	Estudo secundário	Foi abordada uma busca da literatura sem protocolo estabelecido e padronizado.	A literatura indica que as oportunidades de trabalho estarão crescentemente ligadas à capacidade do trabalhador de desempenhar tarefas não repetitivas, que envolvem conteúdo analítico, decisório ou interativo. Tarefas rotineiras de operação e controle ou que envolvam aptidões físicas tendem a perder importância, à medida que a mecanização e a automação se aprofundem nos mais diversos setores de atividade.
Bartz, 2021	criar uma ferramenta de coleta de temperatura e transparência da água em viveiros escavados de piscicultura,	Estudo primário	Desenvolveu-se um protótipo composto por 2 módulos, os quais foram acoplados a um RPAS, tendo como finalidade a coleta de temperatura e	o sistema desenvolvido mostrou-se eficaz, otimizando o manejo dos viveiros escavados e contribuindo para a sustentabilidade na piscicultura, tanto economicamente, quanto de maneira social e ambiental,

	utilizando sensoriamento remoto por meio de aeronaves remotamente pilotadas (RPAS na sigla internacional).		transparência da água em tempo real durante o voo, e realizar o envio dos dados a um aplicativo desenvolvido para dispositivos móveis como smartphones ou tablets.	contribuindo também com os objetivos do desenvolvimento sustentável 2, 8, 9, 12 e 14 da Organização das Nações Unidas (ONU).
Curvo et al., 2020	Avaliar a piscicultura na Microrregião do Alto Pantanal. Foi adotada uma abordagem quali-quantitativa descritiva a partir de material documental, de dados fornecidos pelo Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso (INDEA/MT) referentes aos anos de 2016 e 2017.	Estudo secundário	Analisou-se estatisticamente através do software R Studio. Os principais compradores, vendedores e produtores por município e evidenciou-se que Cáceres e Poconé são os maiores produtores e vendedores dessa microrregião.	Evidenciou-se a importância do aumento da fiscalização e inclusão de políticas públicas que venham ao encontro das demandas dos produtores e/ou envolvidos na atividade de piscicultura nessa área do Pantanal.
Martineli, 2017	Avaliar o efeito da frequência alimentar sobre o desempenho produtivo, morfologia intestinal e digestibilidade da proteína de tilápias ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) criadas em ambiente controlado.	Estudo primário	Para realização do experimento foram utilizadas 180 tilápias da linhagem Supreme com peso médio de $114 \pm 1,8g$ , distribuídas em 18 aquários de 300 litros, com temperatura controlada a $28 \pm 0,9$ °C. Todas as tilápias foram microchipadas e cada uma representou uma repetição dentro de cada tratamento experimental.	Conclui-se que o fracionamento da porção diária em 24 refeições/dia diminui a sobrecarga gástrica e influenciou no maior ganho médio de peso das tilápias
Silva et al., 2018	Realizar uma revisão da literatura sobre a sustentabilidade na aquicultura	Estudo secundário	Estudo de revisão bibliográfica sem protocolo de busca de dados padronizados	A aquicultura é uma atividade de produção de alimentos que vem crescendo, no decorrer dos anos, tanto em escala mundial quanto no Brasil. O mercado de pescados já tem uma grande parcela no oferecimento de alimentos ao redor do mundo, assim como ainda apresenta oportunidades de crescimento em grande

				escala, de forma mais abrangente nos países considerados de terceiro mundo.
Menezes, 2014	Avaliar o efeito do período de alimentação e do número de refeições sobre o desempenho de tilápias criadas em tanque-rede alimentadas com taxas de alimentação corrigida diariamente com base na conversão alimentar esperada.	Estudo primário	Foram realizados dois experimentos simultaneamente: experimento 1 consistiu em avaliar duas frequências alimentares (12 e 48 refeições/dia) com taxa inicial de alimentação de 0,5% do PV e três 3 repetições. O experimento 2 consistiu em avaliar duas frequências alimentares (12 e 48 refeições/dia) com taxa inicial de 1,5% do peso vivo com 3 repetições.	A ração comercial extrusada com 32% de proteína bruta foi fornecida por meio de alimentadores automáticos instalados ao tanque-rede controlados por CLP (controlador lógico programável). A frequência de 12 refeições/dia, no período diurno e taxa inicial de 1,5% do peso vivo, experimento 2 apresentaram melhores resultados de desempenho com peso médio de 513,85 g
Kuplich, 2015	Mapear necessidades de informação, para além das bibliográficas, de diferentes atores envolvidos nas atividades dos cursos de aquicultura no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) campus de Alegre.	Estudo secundário	O estudo está caracterizado como pesquisa de natureza exploratória e empírica. Para coleta de dados foram realizadas pesquisas bibliográficas e entrevistas semiestruturadas aplicadas aos envolvidos nas atividades de aquicultura e pesca no campus de Alegre para identificação de suas necessidades de informação.	A análise dos dados revelou os fluxos de informação internos e externos necessários as atividades em aquicultura no IFES campus de Alegre. Por fim a pesquisa apresenta de forma sistematizada, uma diversidade de tipos de informação necessárias ao bom funcionamento das práticas ali desenvolvidas e que podem vir a ser objeto de futuros serviços de informação especializada para o IFES.
Rodrigues et al., 2012	Avaliar o panorama da aquicultura no Brasil	Estudo secundário	Revisão bibliográfica sem protocolo padronizado	A atividade encontra-se pouco estruturada no Brasil. Há dificuldade na obtenção de licenças, carência de assistência técnica, manejo inadequado, falta de padronização, insuficiência de pacotes tecnológicos e grande necessidade de capital de giro. Esses mesmos gargalos, porém, podem ser vistos como oportunidades. Uma política de P&D para espécies promissoras e a modernização e

				profissionalização do setor podem significar uma inflexão no desenvolvimento do setor no Brasil.
Eler e Millani, 2007	Introduzir reflexões sobre as estratégias de interconexão da aquicultura no contexto socioambiental, conclamando os atores comprometidos com o setor a pesquisar e utilizar métodos de viabilidade em conformidade com o princípio da sustentabilidade	Estudo secundário e primário	a metodologia da avaliação do ciclo de vida do produto, critérios de avaliação de impacto ambiental, assim como, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão participativa, são instrumentos apresentados tendo a piscicultura de água doce como exemplo. A Legislação ambiental brasileira é apresentada como critério norteador e determinante na busca do desenvolvimento sustentável.	A análise do custo e benefício entre o projeto e o meio ambiente que deve ser avaliada com cautela e precisão, assim como as interações negativas e positivas, a magnitude e a intensidade de cada uma no ambiente. Com base nos resultados desta análise se poderá recomendar ou não licenciamento ambiental. A opção final deverá ser aquela favorável à sustentabilidade sócio ambiental.
Junior et al., 2012	Avaliar novas propostas e velhos equívocos na aquicultura, política e meio ambiente no Brasil	Estudo secundário	Sem metodologia padronizada	Há um consenso que a melhor maneira de se evitar os impactos negativos de espécies não-nativas é prevenir a sua introdução mesmo na ausência de evidências negativas decorrentes de uma introdução, a prudência deve prevalecer
Pessoa et al., 2015	Avaliar o panorama atual da aquicultura mundial, enfatizando o crescimento da produção da ordem de 3,2% no período de 1961-2009, e da brasileira, na qual houve um incremento de 40% nas atividades aquícolas continentais durante os anos 2008-2010.	Estudo secundário	Sem metodologia padronizada	A evolução numérica nem sempre foi acompanhada de práticas de manejo sustentáveis dos efluentes gerados, o que compromete a qualidade da água. Com o propósito de orientar na gestão sustentável da água utilizada nas atividades aquícolas, bem como dos resíduos gerados, são apresentados métodos de tratamento da água usada na produção, notadamente os naturais, como os biofiltros e aplicação de efluentes no solo (fertirrigação). A aquaponia ? integração da aquicultura com a hidroponia - , também é sugerida como prática possível para o uso

				mais eficiente da água na produção aquícola.
Castello et al., 2010	Descrever o futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil	Estudo secundário	Sem metodologia padronizada	Como um todo, pode-se dizer que: 1) há um baixo nível de organização dos atores da pesca (trabalhadores, empresários, armadores e comerciantes); 2) existem conflitos entre diversos segmentos das pescarias, sendo frequentes aqueles entre a pesca artesanal e industrial que exploram o mesmo recurso e/ou ambiente; 3) há poucas iniciativas de autogestão independentes do Estado, bem sucedidas; e 4) há insuficiência e inadequação das políticas públicas para a gestão do setor pesqueiro.
Siqueira, 2018	Ressaltar a importância da aquicultura para o aumento da oferta de alimentos e insumos estratégicos, constituindo-se, portanto, em alternativa eficaz para enfrentar os impactos das mudanças climáticas na agropecuária e promover o desenvolvimento sustentável mundial.	Estudo secundário	Sem metodologia padronizada	O artigo aponta, ainda, as oportunidades existentes no Brasil para a aquicultura, que fortalecem, assim, a perspectiva da atividade como uma alavanca para o desenvolvimento regional brasileiro.
Carvalho, Souza e Cintra, 2013	caracterizar a atividade aquícola na microrregião do Guamá/PA.	Estudo primário	Os dados, oriundos da aplicação de questionários padronizados nos empreendimentos aquícolas localizados nos municípios da microrregião, foram processados e analisados utilizando os programas Excel 2007, Canoco for Windows 4.5 e o Past 2.03.	As principais atividades aquícolas praticadas na microrregião são a piscicultura (23,4%) e a pecuária (23,4%), o policultivo é o principal tipo de cultivo (60,9%), sendo o de tambaqui ( <i>Collossoma macropomum</i> ) com tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) o mais praticado (55,6%), utilizando principalmente o sistema extensivo de criação (57,8%), apenas 25% dos empreendimentos de finalidade comercial, sendo a principal mão de obra

				utilizada a contratada (45,3%), o pescado <i>in natura</i> a principal forma de comercialização (71,8%), apenas 25% dos empreendimentos usa ração comercial e 62,5% apontaram como principal dificuldade o acesso a assistência técnica.
Soares e Tavares- Dias, 2013	Concatenar e discutir dados da literatura sobre o uso de <i>Lippia</i> spp. na medicina veterinária e aquicultura	Estudo secundário	Sem metodologia padronizada	Estudos <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> usando principalmente <i>L. alba</i> , <i>L. sidoides</i> , <i>L. gracilis</i> , <i>L. organoides</i> e <i>L. gracilis</i> comprovaram atividade antimicrobiana, antiparasitária, antiinflamatória, analgésica, anestésica e antitumoral em animais, indicando grande potencial dessas espécies para uso na medicina veterinária. Algumas espécies de <i>Lippia</i> estão sendo utilizadas também na aquicultura. Assim, produtos obtidos dessas plantas são recursos promissores, necessitando de estudos para desenvolvimento de tecnologias que possibilitem seu uso na sanidade e produção animal.
Brabo et al., 2016	Avaliar a cadeia produtiva da aquicultura no nordeste paraense, Amazônia, BRASIL	Estudo primário e secundário	Para a realização deste estudo, procedeu-se a coleta de dados primários e secundários. Os dados primários foram obtidos no período de dezembro de 2015 a março de 2016, por meio da aplicação de 91 questionários e 15 entrevistas a atores sociais da cadeia produtiva da aquicultura no nordeste paraense	A cadeia produtiva da aquicultura no nordeste paraense conta com iniciativas de piscicultura continental, Carcinicultura marinha e ostreicultura. A criação de peixes de água doce é a principal atividade aquícola nesta mesorregião em termos de produção e de número de empreendimentos, o que também ocorre em nível estadual; porém, não há autossuficiência em insumos básicos, nem beneficiamento da produção.
Flores e Pedroza, 2013	Compreender como multiplicar os peixes? Perspectivas da aquicultura brasileira	Estudo secundário	Sem metodologia padronizada	A partir do início dos anos 2000, o aumento excessivo da oferta de manga brasileira, aliada à entrada de novos competidores internacionais, como países asiáticos e africanos, levou a uma queda acentuada dos preços. Além

				disso, sendo boa parte da produção brasileira baseada essencialmente em uma única espécie, esta não atendeu a demanda do mercado internacional, que passou a optar por outras variedades de manga. Como resultado, o setor perdeu competitividade no mercado internacional e várias empresas encerraram suas atividades.
Pereira, 2007	Discutir sobre as estratégias reprodutivas e seu papel no planejamento e gestão da aquicultura	Estudo secundário	Sem metodologia padronizada	Embora o Brasil seja detentor da mais rica fauna de peixes de água doce do mundo, apenas 1,5% de suas espécies são utilizadas em aquicultura, não incluídas as não menos importantes espécies ornamentais. O número atual de espécies envolvidas é significativamente maior do que aquele sugerido há 20 anos (Saint- Paul, 1986), o que significa extraordinária expansão de opções de utilização.

Fonte: própria (2019).

### Sistema de produção de peixes

De forma geral, pode-se classificar o sistema de cultivo de peixes em dois sistemas, o monocultivo que é a criação de apenas uma espécie naquele viveiro e o sistema de policultivo que, por sua vez, representa um manejo de produção de mais de uma espécie no viveiro (CASTELLO et al., 2010). Já em relação ao sistema de produção, sendo: sistema extensivo; sistema semi-intensivo; e, o sistema híbrido, no qual existe a aglutinação entre sistema intensivo e superintensivo (CARVALHO; SOUZA; CINTRA, 2013). Assim, cabe salientar que esse sistema de produção não se diferencia somente pelo seu ambiente de criação de cultivo (BRABO et al., 2016). Nos quais existem diversos como açudes (MACIENTE; RAUEN; KUBOTA, 2019), viveiros escavados (FLORES; PEDROZA, 2013), tanques-rede (CURVO et al., 2020), fluxo contínuo (Pessoa et al., 2015), conjugados (SIQUEIRA, 2018), *raceways* (SOUZA; VIANA, 2020).

O sistema extensivo é normalmente um sistema de baixa produção em relação a área utilizada, devido apresentar uma grande área que é pouco utilizada, no qual a

base da alimentação dos animais são subprodutos agrícolas (CARVALHO; SOUZA; CINTRA, 2013) ou, até mesmo, ração de baixa qualidade (CURVO et al., 2020). Além disso, apresenta uma baixa qualidade de estocagem e, normalmente, utilizam-se represas, açudes, onde muitas vezes não tem controle de produção, além de falta de controle de migração de outros organismos predadores no local (BRAB et al., 2016). Sendo assim, este tipo de cultivo é geralmente destinado a subsistência ou a produção de comércio local (FLORES; PEDROZA, 2013).

O sistema semi-intensivo que, por sua vez, ainda é considerado o mais utilizado no Brasil, é caracterizado como o tipo de sistema no qual grandes maiorias das espécies podem ser cultivadas (MACIENTE; RAUEN; KUBOTA, 2019). Neste caso, é necessário um pouco mais de intensidade de manejo quando comparado ao sistema extensivo (SOARES; TAVARES- DIAS, 2013). Assim, a oferta de alimento natural como exemplo dos fitoplâncton e zooplâncton é inversamente proporcional à densidade de estocagem (CARVALHO; SOUZA; CINTRA, 2013). Dessa forma, esse plâncton serve de alimento para os animais, mas não podem ser somente este tipo de alimentação natural, sendo assim, necessitando de alimentação externa como rações específicas para cada tipo de organismos (AFEWERKI et al., 2022). Ou seja, é necessário o fornecimento de dieta de forma rotineira pelo produtor (SOARES; TAVARES- DIAS, 2013). Pode ser considerado um tipo de cultivo com maior facilidade de manejo, uma vez que se tem controle total da vazão de água, facilidade na despesca e manejo do controle da qualidade da água (BRABO et al., 2016).

No caso do sistema intensivo e superintensivo, é utilizado altas densidades de estocagem, além de alta renovação de água e oxigenação (SIQUEIRA, 2018). Somando-se a isto, são utilizadas criações em tanque-rede (CASTELLO et al., 2010) ou viveiros com alta renovação de água (Pessoa et al., 2015). Neste contexto, o sistema contínuo ou de recirculação são considerados nessa classificação de sistema intensivo e superintensivo (PEREIRA, 2007). Logo, neste sistema, é necessário utilizar ração balanceada, uma vez que não se pode confiar no alimento natural local devido a alta densidade de peixes por metro quadrado (BRABO et al., 2016). Nesta situação, normalmente são utilizados monocultivo, no qual pode ter uma produtividade de 300kg por metros cúbicos (SIQUEIRA, 2018).



## Alevinagem e engorda, despesca

De forma geral, alevinagem é considerada um elo entre a produção e reprodução (MACIENTE; RAUEN; KUBOTA, 2019), nesse sentido o conhecimento base de alevinagem é o posto-chave para uma produção de qualidade (CARVALHO; SOUZA; CINTRA, 2013). Sendo assim, para que se tenha um bom reprodutor é necessário que se tenha uma boa condição ambiental, de qualidade de água, boa sanidade, condições nutricionais e condições de manejo adequado (AFEWERKI et al., 2022). Com isso, cabe salientar que não existe um protocolo único de alevinagem, sendo necessário ter um manejo adequado e específico para cada tipo de situação (BRABO et al., 2016).

Fava (2021), por meio da avaliação da qualidade da água, composição centesimal, desempenho zootécnico determinou a melhor forma de processamento de alevinagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), compreendendo forma de processamento de dietas e frequência de arraçoamento. Nesta pesquisa, foi concluído que a ração microextrusada foi a que obteve um melhor desempenho econômico e zootécnico. Já o estudo feito por Leite e colaboradores (2019), utilizando a *Arthrospira platensis* como ferramenta para a alevinagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), verificou-se que houve um maior nível de proteína no grupo que recebeu *Arthrospira platensis*, entretanto, teve uma menor taxa de sobrevivência relativo ao desempenho zootécnico.

Neste sentido, é importante compreender que devem ser realizados diversos manejos durante, principalmente, o desenvolvimento da larva até alevino, com intuito de solucionar problemas que possam ocorrer (SOARES; TAVARES-DIAS, 2013). Exemplo disso é a utilização medidas como a proteção das larvas à iluminação excessiva logo após o período de eclosão (AFEWERKI et al., 2022). Com isso, deve-se tomar muito cuidado e, por isso, utilizar medidas profiláticas no sentido de evitar a proliferação de doenças no viveiro. Isso ocorre devido este período ser suscetíveis a bactérias, parasitas e protozoários, bem como ser um período onde os órgãos e tecidos não estão desenvolvidos completamente (SIQUEIRA, 2018). Sendo assim, os primeiros passos a serem tomados é, principalmente, o cuidado com a qualidade da água a ser utilizada no viveiro, ou melhor, incubadora (CARVALHO; SOUZA; CINTRA, 2013). Logo, deve-se verificar pH apropriado, uma baixa concentração de substâncias nocivas, como por exemplo a amônia e nitrito, bem

como a disponibilidade de oxigênio dissolvido disponível (SOARES; TAVARES-DIAS, 2013). Por conseguinte, após o desenvolvimento inicial das pós-larvas, deve-se ter a inserção de uma alimentação exógena adequada e específica para cada tipo de espécies de organismo, uma vez que se encontra com suas estruturas em estágio formação avançado (PEREIRA, 2007).

De forma geral, é utilizados diversos tipos de dietas após o desenvolvimento inicial das pós-larvas, sendo considerado mais nutritivos os alimentos vivos (AFEWERKI et al., 2022), tendo em vista que durante a alevinagem, a maioria das pisciculturas utilizam alimentos vivos (CARVALHO; SOUZA; CINTRA, 2013). Exemplo disso é os rotíferos (zooplânctons), as microalgas e *branchiopoda Artemia*. Isto porque estes alimentos são caracterizados pelo seu potencial em elevar os teores de proteínas, bem como nas vitaminas nos peixes, promovendo um pescado com maior rentabilidade (MACIENTE; RAUEN; KUBOTA, 2019).

É importante destacar que o fitoplâncton apresenta grande importância quando se fala em promover um melhor manejo durante a alevinagem, isso porque para o viveiro, eles são um dos principais fornecedores de oxigênio que, por sua vez, promove melhores condições para as larvas (AFEWERKI et al., 2022).

### Processamento e transporte

Entende-se como processamento do pescado uma conduta que altera substancialmente a matéria prima (YUE; SHEN, 2022), diferente do conceito de beneficiamento do pescado que, por sua vez, tem como princípio manter as partes identificáveis do produto, tendo com mecanismo no máximo o corte em pedaços do pescado (AFEWERKI et al., 2022). Logo, no processamento do pescado há: evisceração; limpeza; cortes, que podem ser em postas ou filé; congelamento; elaboração de subprodutos, como empanados e gelatina; e produtos a base de pescado, como exemplo a moqueca e casquinha de siri (PACHE et al., 2022).

Neste liame, o processamento do pescado dentro da Engenharia de Pesca é trabalhar as questões sanitárias e os procedimentos adequados desde a retirada do pescado da água até a mesa do consumidor (DUARTE; BRUHN; KRAUSE-JENSEN, 2022). Ou seja, um dos grandes interesses dentro na engenharia de pesca é fazer com que este pescado consiga chegar até a mesa do consumidor de uma forma eficiente,

saudável e dentro dos parâmetros sanitários. Então, é possível dizer que o investimento em um processamento do pescado adequado acarretar mais valor agregado no produto, bem como um produto com grande potencial de inserção do mercado, sendo de grande porte competitivo (AFEWERKI et al., 2022).

Neste contexto, um ponto chave no processamento do pescado é a execução da análise sensorial a fim de determinar o estado de frescor do produto (DUARTE; BRUHN; KRAUSE- JENSEN, 2022). No caso dos peixes, devem apresentar superfície de corpo limpa, com relativo brilho metálico; olhos transparentes e brilhantes; guelras rosas ou vermelhas, úmidas e brilhantes; ventre roliço e firme; escamas brilhantes; vísceras íntegras e ânus fechado (DUARTE; BRUHN; KRAUSE-JENSEN, 2022). Já os crustáceos, é necessário verificar o seu aspecto geralmente brilhante e úmido; corpo em curvatura natural e rígida; carapaça bem aderente ao corpo; coloração própria para a espécie; olhos vivos, bem como destacados; e um cheiro próprio e suave (AFEWERKI et al., 2022).

### **Rastreabilidade e estocagem do pescado**

Define-se como rastreabilidade do pescado o acúmulo de determinadas informações de um lote oriundo da aquicultura, no qual se inicia na criação e captura do pescado até o momento da pesa do consumidor (REIS; CARDOSO; OLIVEIRA, 2023). Somando- a isto, estas informações devem garantir a procedência do processo produtivo do pescado de forma a garantir a qualidade do produtor e obter maior confiança do consumidor (ALVES, 2017). Com isso, promovendo melhor relação entre o produto, produtor e consumidor, contribuindo com o desenvolvimento sustentável dentro das atividades na aquicultura, como exemplo a pesca de peixes, crustáceos e moluscos (LEITE, 2022). Dessa forma, as principais informações são a origem das matérias primas ou componentes, o histórico do processo aplicado ao produto e distribuição do produto (REIS; CARDOSO; OLIVEIRA, 2023).

Há diversos mecanismos para a rastreabilidade e estocagem do pescado. Exemplo disso é o Sistema Brasileiro de Rastreabilidade em Pescado (Sibrap), sendo considerado um software de recepção e emissão de informações por meio da internet, no qual foi desenvolvido em uma plataforma robusta (ALVES, 2017).

Neste contexto, é importante alguns requisitos para os processos de rastreabilidade como é a identificação e registro (REIS; CARDOSO; OLIVEIRA, 2023). Segundo Anon (2004) existem etapas específicas e importantes na rastreabilidade e estocagem referente à Carcinicultura que, por sua vez, torna-se necessário uma nova identificação e registro a cada estágio realizado. Somando-se a isto, é imprescindível o conhecimento de elementos básicos pertencentes ao sistema de rastreabilidade (SOUZA; VIANA, 2020). O Primeiro é a rotulagem, no qual devem apresentar nome da espécie, nome comercial ou comum, origem de cultivo ou captura e país de origem. Por conseguinte, deve ter os Códigos de Identificação dos Produtos (ID), no qual devem obedecer a alguns critérios como uma informação exclusiva do produto, ser escrita de forma a ser facilmente compreendida e ter informações suficientes para caracterizar o produto.

## Considerações finais

Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, no qual foram rastreados e selecionados 20 trabalhos para compor esta revisão. De forma geral, foi possível compreender o panorama da mecanização e automação de processos produtivos na Aquicultura. Por conseguinte, compreendeu-se que a piscicultura passa por um momento de expansão, tendo em vista que teve muitos trabalhos na literatura na busca de compreender esta área de estudo.

Além disso, compreende-se que a aquicultura é uma atividade que cresce a cada dia, além da evolução dos processos produtivos. Para tanto, é necessário grande investimento principalmente no manejo, qualidade de água e alimentação, sendo que cada espécie de organismo vai necessitar de condições específicas.

## Referências

AFEWERKI, S. et al. Innovation in the Norwegian aquaculture industry. **Reviews in Aquaculture**, 2022.

ALVES, A. M. Inovação tecnológica para gestão e rastreabilidade de pescados. 2017. 80 f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2017.

BARBOSA, C. R. et al. Tecnologia do pescado como ferramenta para o

desenvolvimento da aquicultura na região Oeste do Pará. **Revista de Extensão da Integração Amazônica**, v. 3, n. 1, p. 38-40, 2022.

BARTZ, R. L.. Sensoriamento remoto para análise de parâmetros de qualidade da água aplicado à piscicultura. 2021. 101 f. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021.

BRABO, M. F. et al. A cadeia produtiva da aquicultura no Nordeste Paraense, Amazônia, Brasil. **Informações econômicas**, v. 46, n. 4, p. 16-26, 2016.

BRITO, J. M. et al. Automação na tilapicultura: revisão de literatura. **Nutri time**, 2017.

CARVALHO, H. R. L.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA, I. H. A. A aquicultura na microrregião do Guamá, Pará, Amazônia Oriental, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias-Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 1, p. 1-6, 2013.

CASOTTI, R. F. et al. CULTIVO E BENEFICIAMENTO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E ROBALO PEVA (*Centropomus parallelus*) EM REGIÃO ESTUARINA NO SUDESTE DO BRASIL. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2015.

CASTELLO, J. P. O futuro da pesca da aquicultura marinha no Brasil: a pesca costeira. **Ciência e Cultura**, v. 62, n. 3, p. 32-35, 2010.

CURVO, L. R. V. et al. Avaliação da piscicultura na microrregião do Alto Pantanal–Mato Grosso, Brasil. **Scientia Plena**, v. 16, n. 1, 2020.

DUARTE, C. M.; BRUHN, A; KRAUSE-JENSEN, D. A seaweed aquaculture imperative to meet global sustainability targets. **Nature Sustainability**, v. 5, n. 3, p. 185-193, 2022.

ELER, M. N.; MILLANI, T. J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 33-44, 2007.

FAVA, A. F. Efeito do processamento e da frequência alimentar para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a alevinagem. 2021. 61 f. **Tese** (Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2021.

FERRI, L. S.; GARCÍA-PRADO, J. A.; OLIVEIRA, D. TEMA: aquicultura e pesca. In: Publicação em Anais de Congresso. In: CONGRESSO CAPIXABA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1., Vitória, ES. Anais 2021: congresso capixaba de pesquisa agropecuária [recurso eletrônico]. Vitória, ES: Incaper, 2021. color. PDF; 25, 4 MB. E-book, no formato PDF.(Incaper, Documentos, 289). Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho, Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira, José Aires Ventura, Marcos Vinicius Winckler Caldeira e Romário Gava Ferrão, editores., 2022.

FLORES, R. M. V.; PEDROZA, M. X. Como multiplicar os peixes? Perspectivas da aquicultura brasileira. **Ciência e Cultura**, v. 65, n. 2, p. 04-05, 2013.

JUNIOR, D. P. L. et al. Aquicultura, política e meio ambiente no Brasil: Novas propostas e velhos equívocos. **Nat Conservação**, v. 10, n. 1, p. 88-91, 2012.

KUPLICH, A. Mapeamento de atividades e usos de informação em aquicultura e pesca para o desenvolvimento de serviços de informação no IFES. 2015. **Dissertação de Mestrado** (Mestrado Profissional em Biblioteconomia) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

LEITE, A. C. N. S. Rastreabilidade como ferramenta do controle de qualidade de pescados no estabelecimento varejista: um relato de caso. Orientador: Stefânia Marcia de Oliveira Souza. 2022. 19f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (graduação) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, Faculdade de Medicina Veterinária, 2022.

LEITE, L. A. et al. Uso da *Arthrospira platensis* na alevinagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em água salgada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, p. 593-599, 2019.

MACIENTE, A. N.; RAUEN, C. V.; KUBOTA, L. C. Tecnologias digitais, habilidades ocupacionais e emprego formal no Brasil entre 2003 e 2017. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)**, 2019.

MARTINELLI, G. M. Automação do fornecimento de ração e fracionamento da ração diária para tilápias criadas em ambiente controlado com dieta balanceada. 2017. **Dissertação** de mestrado (Pós-Graduação em Zootecnia), Botucatu, 2017.

MENEZES, C. S. M. Automação do manejo alimentar na engorda de tilápias criadas em tanque-rede. 2014. v, 40 f. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2014.

NOGUEIRA, G. S.; BEZERRA, G. S.; PIANA, P. A. Treatment of aquaculture effluent with floating macrophytes: systemic review and meta-analysis. **Research, Society and Development**, 11(4), e36811426533-e36811426533.

PACHE, M. C. B. et al. Non-intrusively estimating the live body biomass of Pintado Real® fingerlings: A feature selection approach. **Ecological Informatics**, v. 68, p. 101509, 2022.

PEREIRA, H. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aqüicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Rev Bras Reprod Anim**, v. 31, n. 3, p. 3515360, 2007.

PESSOA, M. C. P. Y. et al. Aquisys 1.3–validated version of the computer system to support best management practices (bmp) and environmental management for

aquaculture in brazil. In: **Embrapa Meio Ambiente-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. 2015.

REIS, E. S.; CARDOSO, S.; OLIVEIRA, T. E. Métodos de filetagem da tilápia-do-Nilo em dois abatedouros frigoríficos de pescado: rendimento de filé e resíduos. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e27812135831-e27812135831, 2023.

RODRIGUES, L. S. et al. Experiências internacionais aquícolas e oportunidades de desenvolvimento da aquicultura no Brasil: proposta de inserção do BNDES. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.36, p. [179]-218, set. 2012.

SILVA, W. L. M. et al. Sustentabilidade na aquicultura: dimensões social, econômica e ambiental—uma revisão de literatura. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 20, n. 1, Jan-Jun, p. 87-108, 2018.

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v.25, n.49, p. 119-170, jun. 2018.

SOARES, B. V.; TAVARES-DIAS, M. Espécies de Lippia (Verbenaceae), seu potencial bioativo e importância na medicina veterinária e aquicultura. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 3, n. 1, p. 109-123, 2013.

SOUZA, A. C. F.; VIANA, D. C. Status atual da aquicultura no mundo: primeiros impactos da COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e462985798-e462985798, 2020.

**MONITORAMENTO E MANEJO DE PONTOS DE  
COMPACTAÇÃO DO SOLO EM ÁREA DE CERRADO COM  
MIX DE COBERTURA**

**SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE PUNTOS DE  
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN ZONA CERRADO CON  
MEZCLA DE COBERTURA**

**MONITORING AND MANAGEMENT OF SOIL  
COMPACTION POINTS IN CERRADO AREA WITH  
COVERAGE MIX**

**DOI:** <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-43-0.807-822>

**Flávia Maria de Oliveira**

Acadêmico em agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, [thiago.schirmann@estudante.ifms.edu.br](mailto:thiago.schirmann@estudante.ifms.edu.br)

**Thiago Alves Schirmann**

Acadêmica em agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul,  
[flavia.oliveira@estudante.ifms.edu.br](mailto:flavia.oliveira@estudante.ifms.edu.br)

**Mauro de Lima**

Engenheiro agrícola, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, [mauro.lima@ifms.edu.br](mailto:mauro.lima@ifms.edu.br)

**Grazieli Suszek**

Engenheira agrícola, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, [grazieli.suszek@ifms.edu.br](mailto:grazieli.suszek@ifms.edu.br)



## Resumo

Diante da importância da manutenção adequada dos solos presentes no cerrado brasileiro, que ocupa 24% do território nacional. Esses solos possuem características que podem ser limitantes para o sistema radicular das plantas, como baixa capacidade de troca de cátions, acidez elevada e baixo teor nutricional. A compactação do solo é um problema enfrentado nessa região, e ocorre quando o solo se comprime, expulsando o ar dos poros e aumentando a densidade do solo. Isso pode ser causado principalmente pelo trânsito de maquinários, tráfego de pessoas e animais. A compactação do solo prejudica o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas, comprometendo a absorção de água e nutrientes. Dentre as opções que auxiliam a descompactar o solo, destaca-se o uso de uma cobertura do solo com plantas adaptadas e raízes vigorosas, que ao adentrarem no solo, rompem o impedimento mecânico do solo e criam 'canais' de passagem de ar e água, além de melhorar a agregação do solo. O objetivo foi interpretar e identificar possíveis pontos de compactação no solo a fim de manejá-los de maneira precisa para garantir a homogeneidade da área após a implantação do mix. Para isso, foram demarcados 48 pontos amostrais em uma área de aproximadamente 1 hec, na qual realizou-se análises de resistência a penetração do solo, análises de massa seca e coleta de solo. Os dados foram coletados ao longo de 3 implantações: 2 safras de girassol e uma implantação de mix de cobertura com milho (*Pennisetum glaucum* L.), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), e *Brachiaria ruziziensis*. O mix de cobertura se mostrou uma alternativa eficiente, de baixo custo, fácil implantação e condução. Possui capacidade de recuperação da matéria orgânica perdida pela gradagem. Nos primeiros meses de implantação a compactação gerada no plantio pode sobressair nas camadas superficiais, entretanto, ao longo do perfil do solo, se demonstrou como uma forte opção para descompactar áreas onde a maioria dos implementos utilizados não conseguem alcançar.

**Palavras-chave:** mix; compactação; RSP; AP; monitoramento.

## Resumen

Dada la importancia del mantenimiento adecuado de los suelos presentes en el cerrado brasileño, que ocupa el 24% del territorio nacional. Estos suelos tienen características que pueden ser limitantes para el sistema radicular de las plantas, como baja capacidad de intercambio catiónico, alta acidez y bajo contenido nutricional. La compactación del suelo es un problema que se enfrenta en esta región, y ocurre cuando el suelo se comprime, expulsando el aire de los poros y aumentando la densidad del suelo. Esto puede ser causado principalmente por el movimiento de maquinaria, personas y animales. La compactación del suelo perjudica el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de las plantas, comprometiendo la absorción de agua y nutrientes. Entre las opciones que ayudan a descompactar el suelo, destacamos el uso de un cubresuelo con plantas adaptadas y raíces vigorosas, que al penetrar en el suelo rompen el impedimento mecánico del suelo y crean 'canales' para el paso del aire y agua. , además de mejorar la agregación del suelo. El objetivo fue interpretar e identificar posibles puntos de compactación en el suelo para gestionarlos con precisión para garantizar la homogeneidad del terreno tras la implantación de la mezcla. Para ello se demarcaron 48 puntos de muestreo en un área de 1 hec

aproximadamente, en los cuales se realizaron análisis de resistencia a la penetración del suelo, análisis de masa seca y recolección de suelo. Los datos se recopilaron en 3 implementaciones: 2 cultivos de girasol y una implementación de mezcla de cobertura con mijo perla (*Pennisetum glaucum* L.), cáñamo sunn (*Crotalaria spectabilis*) y *Brachiaria ruziziensis*. El mix de cobertura demostró ser una alternativa eficiente, de bajo costo, fácil de implementar y realizar. Tiene la capacidad de recuperar la materia orgánica perdida por la rastra. En los primeros meses de implantación, la compactación generada en la siembra puede destacarse en las capas superficiales, sin embargo, a lo largo del perfil del suelo, demostró ser una fuerte opción para descompactar zonas donde la mayoría de los implementos utilizados no llegan.

**Palabras clave:** mezcla; compresión; RSP; AP; monitoreo.

## Abstract

Given the importance of proper maintenance of soils present in the Brazilian cerrado, which occupies 24% of the national territory. These soils have characteristics that can be limiting for the root system of plants, such as low cation exchange capacity, high acidity and low nutritional content. Soil compaction is a problem faced in this region, and it occurs when the soil is compressed, expelling the air from the pores and increasing the soil density. This can be mainly caused by the movement of machinery, people and animals. Soil compaction impairs the growth and development of the root system of plants, compromising the absorption of water and nutrients. Among the options that help to decompact the soil, we highlight the use of a soil cover with adapted plants and vigorous roots, which, when entering the soil, break the mechanical impediment of the soil and create 'channels' for the passage of air and water. , in addition to improving soil aggregation. The objective was to interpret and identify possible points of compaction in the soil in order to manage them precisely to guarantee the homogeneity of the area after the implantation of the mix. For this, 48 sampling points were demarcated in an area of approximately 1 hec, in which analyzes of resistance to soil penetration, dry mass analyzes and soil collection were carried out. Data were collected over 3 deployments: 2 sunflower crops and a cover mix deployment with pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.), sunn hemp (*Crotalaria spectabilis*), and *Brachiaria ruziziensis*. The coverage mix proved to be an efficient, low-cost, easy-to-deploy and conduct alternative. It has the ability to recover the organic matter lost by harrowing. In the first months of implantation, the compaction generated in the planting can stand out in the surface layers, however, along the soil profile, it proved to be a strong option to uncompact areas where most of the implements used cannot reach.

**Keywords:** mix; compaction; RSP; AP; monitoring.

## Introdução

Os solos presentes nos cerrados brasileiros possuem uma extensão vasta, e por isso, torna-se primordial a manutenção adequada deste importante solo que ocupa 24% do território (BEUTLER, 2003) e (NASCIMENTO *et al.*, 2020). São caracterizados pela propensão natural à apresentação de fatores limitantes ao sistema radicular da

planta. Tal como: Uma baixa capacidade de troca de cátions (CTC), acidez elevada e um baixo teor nutricional devido a sua intensa intemperização (NASCIMENTO *et al.*, 2020) e (SILVA *et al.*, 2012). Por possuírem boa qualidade estrutural, usualmente são empregados na agricultura após a correção de solo e adubação (SILVA *et al.*, 2011). O manejo incorreto destes solos, principalmente se tratando no momento de trânsito de maquinários, pode comprometer as estruturas e degradando-o e adquirindo resistência mecânica (SILVA *et al.*, 2011).

A compactação do solo é um processo no qual o solo é comprimido e o ar é expulso dos poros modificando a estrutura a nível de partículas e agregados, que passam a ocupar um menor espaço, e conseqüentemente, aumentando a densidade do solo. Esta pode ser encontrada em níveis superficiais ou subsuperficiais podendo ser ocasionada também por fatores menos invasivos como a chuva e o tráfego de animais (BORGES *et al.*, 2014) e (BEUTLER, 2003).

A compactação do solo ideal é um dos fatores determinantes para o crescimento e desenvolvimento correto do sistema radicular, e conseqüentemente, garantir que adentre no solo promovendo a absorção de água e nutrientes de forma ideal, equivalente também a parte aérea. Há estudos que destacam modificações ainda mais específicas dos malefícios da compactação como: Uso do carbono que deveria estar presente na parte aérea nas raízes e aumento em diâmetro radicular e estabilização do crescimento em profundidade (BEUTLER, 2003).

A atribuição física que relaciona a densidade do solo e sua umidade na qual é percebida pela resistência mecânica é denominada resistência à penetração. Esta varia intrinsecamente de acordo com a densidade do solo e são fatores determinantes para a qualificação do solo (LIMA *et al.*, 2010) Esta medição é parametrizada em diversas literaturas, na qual há variações. Para Borges *et al.*, (2014), valores acima de 2,5 Mpa começam a restringir o crescimento radicular, e para Lima *et al.*, (2010) a RP com valores acima de 2,0 Mpa é considerada alta.

Diante disto, o presente estudo busca acompanhar, interpretar e identificar possíveis pontos de compactação a fim de manejá-los de maneira precisa para garantir a homogeneidade da área.

## Referencial teórico

Algumas plantas podem contribuir para a melhora da estrutura do solo em função da tolerância em relação a estas condições, que conforme desenvolve-se seu sistema radicular, sua permeabilidade garante aeração, agregação e conseqüentemente, diminuição da compactação do solo (LIMA, PETTER, LEANDRO;2015). Estas raízes devem ser vigorosas, de forma que possuam capacidade de romper os impedimentos mecânicos e penetrar no solo. (KOCHHANN, DENARDMN, BERTON; 2000)

Após dois anos de sucessão de girassol (*Helianthus annuus*), de acordo com Santos, Saraiva, Debiasi (2021), Para que se garanta uma redução de ataque de pragas, menor incidência de plantas daninhas, maior incremento de matéria vegetal, estruturação, estabilização e redução da compactação do solo torna-se necessário o uso de rotação de culturas como forrageiras tropicais, crotalária e Milheto.

A *brachiaria ruziziensis* é uma forrageira tropical altamente difundida, possui facilidade de plantio e manejo, produzindo em média 20 t/ano de massa seca. Podendo atuar como cobertura de solo, assimilando nutrientes indisponíveis para outras culturas e tornando o solo mais saudável (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Conforme demonstrado por Garcia, Ceccon, Machado (2020) O uso da crotalária com espécies forrageiras como a *brachiaria ruziziensis* na cidade de Nova Andradina (MS) foi positivo para a produção de biomassa e descompactação do solo. Estudos de Santos *et al.*, (2018) apontam que o milheto (*Pennisetum glaucum L.*) é uma cultura que está inserida no cerrado que também possui potencial para atuar na melhora física do solo.

## Metodologia

A pesquisa é caracterizada como quali-quantitativa de natureza experimental. O experimento está localizado na área experimental do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - Câmpus Nova Andradina, localizado na fazenda Santa Bárbara, Rodovia MS-473, km 23, s/n. sob as coordenadas geográficas 22° 04' 56, 33" de latitude sul e 53° 58' 08,38" de longitude Oeste de Greenwich, Possui um clima tropical AW megatérmico com estação invernal pouco definida ou quase ausente, possuindo concentrações de chuvas nos meses de verão e secas no inverno de acordo com a classificação de Köppen e solo predominante é denominado neossolo quartzarênico,

sem horizonte A definido, textura arenosa, com 843 g/dm<sup>3</sup> de areia e 27 g/dm<sup>3</sup> de silte. O dimensionamento total é de aproximadamente 1 hec, na qual foi dividida em 48 pontos amostrais, tendo georreferenciamento com o gps topográfico no centro de cada uma delas.

A área foi utilizada para pastagem rotacional (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) por muitos anos. Durante o ano de 2019, metade da área foi trabalhada com cultura do girassol e a outra metade permaneceu pastagem, apresentando boa produtividade e boa qualidade de grãos. Já em 2020 devido à pandemia a área permaneceu em pousio, com retorno da pastagem, devido ao seu rico banco de sementes. Em 2021 toda área foi preparada com gradagem e implantada com Girassol juntamente com uma adubação de base, mas devido a problemas climáticos ocorridos, a área apresentou baixa produtividade.

Para esse estudo, a área foi preparada com calagem e gradagem, conforme abordado e explanado na metodologia de Souza, Lobato e Rein (1995), onde foram implantadas as espécies de milheto (*Pennisetum glaucum* L.), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), e *Brachiaria ruziziensis*, mantendo seu desenvolvimento conjunto e uma cobertura total do solo. Foi realizada a semeadura de 20 kg ha<sup>-1</sup> a lanço, sendo 10 kg de semente de milheto para o arranque inicial, promovendo a cobertura inicial do solo, 6kg de crotalária, que se desenvolveu juntamente com o milheto, atuando na fixação biológica de nitrogênio, e 4 de brachiaria, mantendo a cobertura mais tardia após o término do ciclo vegetativo do milheto. Este consórcio foi realizado embasado em Leite e Meira.

Em cada parcela, foi realizada a amostragem de solo respeitando um grid amostral de 0-20 cm com seis sub-amostras coletadas com um perfurador em um raio de 3 m. Em seguida, foi realizada a análise de resistência à penetração do solo com o penetrômetro digital FALKER, modelo PenetroLOG PLG1020, coletando dados a cada 0,01 m a uma profundidade máxima de 0,6 m. Conforme consta na literatura de Souza *et. al.* (2015) em conjunto foi feita a amostragem de solo na profundidade 0,0-0,2 m, utilizando cilindro volumétrico, para análise do teor de umidade, sendo determinada pelo método padrão da estufa.

Ao todo foram realizadas três coletas: em dezembro de 2021 antes da implantação total do girassol, maio de 2022 antes da implantação do *mix* e dezembro

de 2022. Os mapas de calor foram gerados por meio do programa ArcGIS a partir dos dados obtidos.

## Resultados e discussão

Através da comparação de dados de solo, oriundos de análises químicas realizadas nos anos de 2021, maio de 2022 e dezembro de 2022, observa-se um aumento em acidez (Ph) de 2021 para maio de 2022 e se estabiliza após a calagem. O P se manteve estável, juntamente com a quantidade de matéria orgânica, já que foi utilizada a gradagem. Os nutrientes K, Fe e Cu elevaram os níveis em maio de 2022 devido a adubação de base (Exceto Br devido a grande necessidade do Girassol em relação á este nutriente), e mesmo sem adubação para a implantação do mix, se mantiveram em níveis próximos dos dados de maio/2022 o que pode estar relacionado com a ciclagem de nutrientes e disponibilização de nutrientes que antes estavam indisponíveis.

Os níveis de Mn, Zn, Ca, Mg e V% aumentaram. Uma hipótese para o acontecimento é a própria calagem, a decomposição da matéria orgânica como raízes que perfilham o solo e maior disponibilidade de nutrientes. O alumínio foi zerado devido a calagem e a soma de bases diminuiu em função do consumo de nutrientes, conforme demonstrado na figura 1.

**Figura 1:** Comparação de médias de dados químicos.

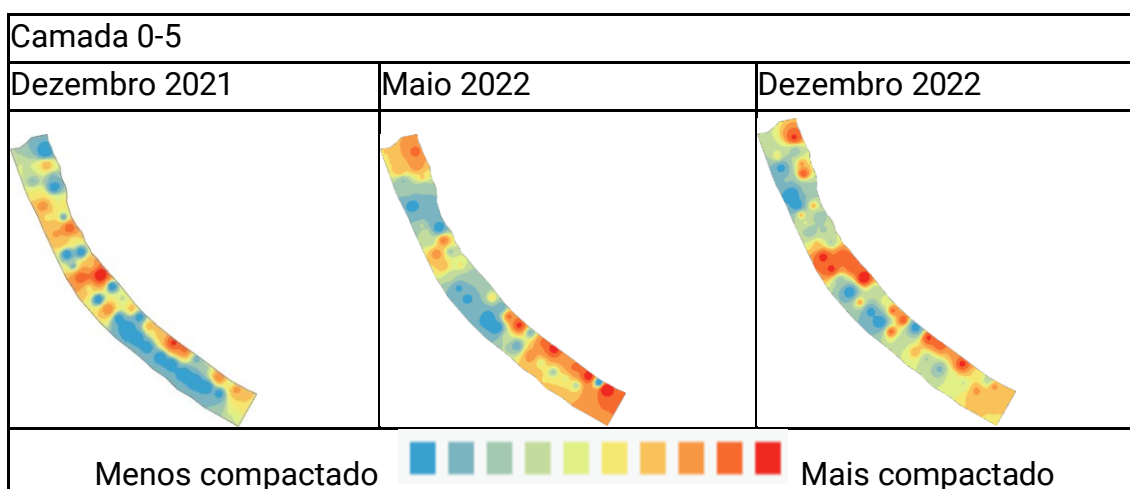
	Média 2020	Média 2021	Média 2022
pH	5,23	4,78	5,58
P (mg/dm <sup>3</sup> )	0,98	0,97	0,99
K (mg/dm <sup>3</sup> )	8,78	37,38	23,22
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,36	0,57	0,94
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,91	0,35	0,78
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,16	0,12	0
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,29	10,2	1,78
V%	61,6	36,57	57,35
MO (g/dm <sup>3</sup> )	14,17	9,92	9,9
Fe (mg/dm <sup>3</sup> )	4,45	84,74	74,9
Cu (mg/dm <sup>3</sup> )	0,02	0,42	0,27
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	0,05	0,38	0,87
B (mg/dm <sup>3</sup> )	0,35	0,24	0,22
Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	1,01	15,58	20,48

\*pH - potencial Hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; SB - Soma de bases; MO - Matéria Orgânica; M% - Saturação por Alumínio; V % - Saturação de Bases; B - Boro; Mn - Manganês; Fe - Ferro; Cu - Cobre; Zn - Zinco; Prod. - Produtividade; PMA - Peso de mil aquênios; Mín - Mínimo; Máx. - Máximo; Méd. - Média; Medil. - Mediana; D.P. - Desvio padrão; C.V. - Coeficiente de variação; Curt. - Curtose; Ass. - Assimetria; Norm. - Normalidade, verificada através dos testes de Anderson Darling e Kolmogorov Smirnov (5% de significância).

**Fonte:** própria (2023).

Em relação a compactação do solo, na camada de 0-5 cm, houve uma maior incidência de pontos de compactação média à alta em maio de 2022, que após o mix está se restabelecendo entre os pontos 24 à 30. Houve um agravamento nos pontos 16, 17, 36 e 48. Este maior índice de compactação pode ser ocasionado pelo próprio relevo na passagem do maquinário, tráfego de pessoas e animais, pois esta camada é facilmente modificada.

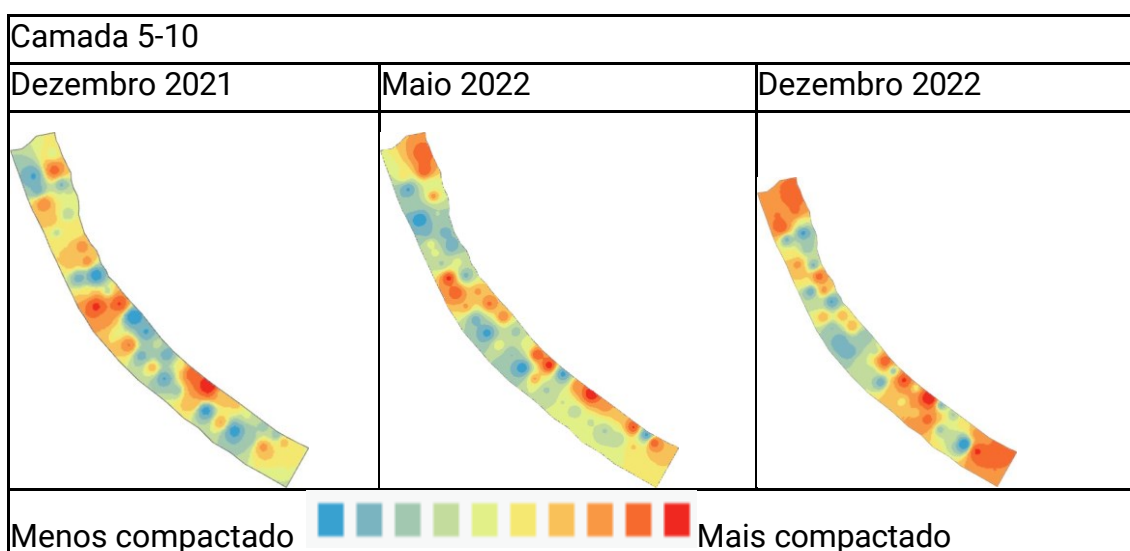
**Quadro 1:** Comparação de mapas de calor na camada de 0-5cm



Fonte: própria (2023).

Na faixa de 5 à 10 cm, a segunda safra de girassol intensificou alguns pontos de alta compactação, mas atuou na recuperação de grande parte da área. Após o mix, os pontos 1, 2, 47 e 48 estão com indícios de compactação, juntamente com a área 23 à 26 e o ponto 30.

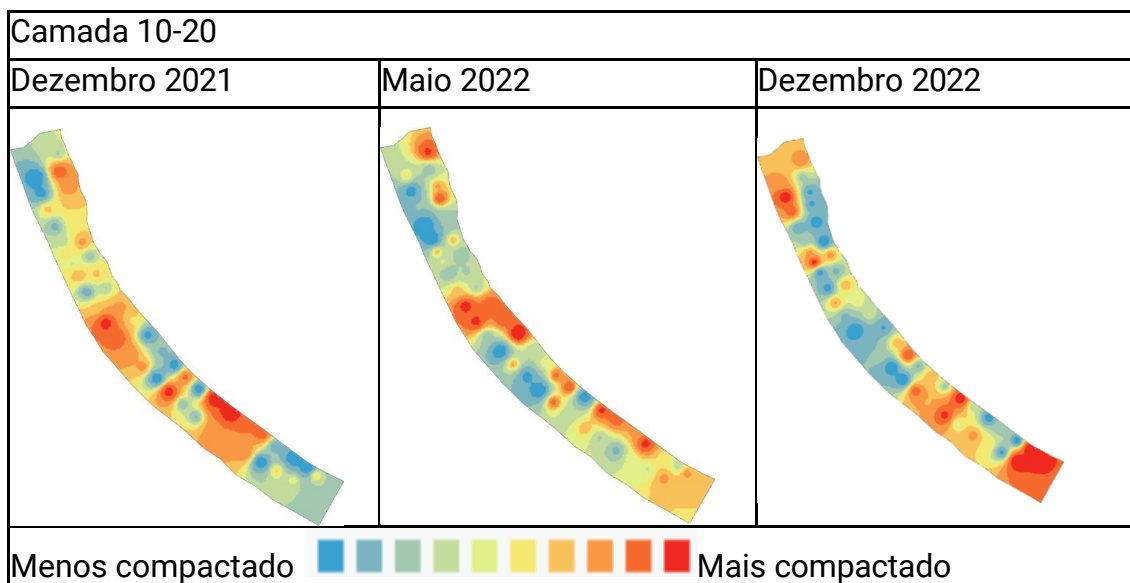
**Quadro 2:** Comparação de mapas de calor na camada de 5-10 cm.



Fonte: própria (2023).

Entre os 10 e 20 cm, nota-se que em dezembro de 2021 havia pontos de degradação média espalhados, na qual em maio de 2022 foram se isolando e intensificando em 5 locos. Após a implantação do mix, o ponto 3, que anteriormente estava estável passou a ser compactado, juntamente com a intensificação dos pontos 24, 25, 29 e 19.

**Quadro 3:** Comparação de mapas de calor na camada de 10-20 cm



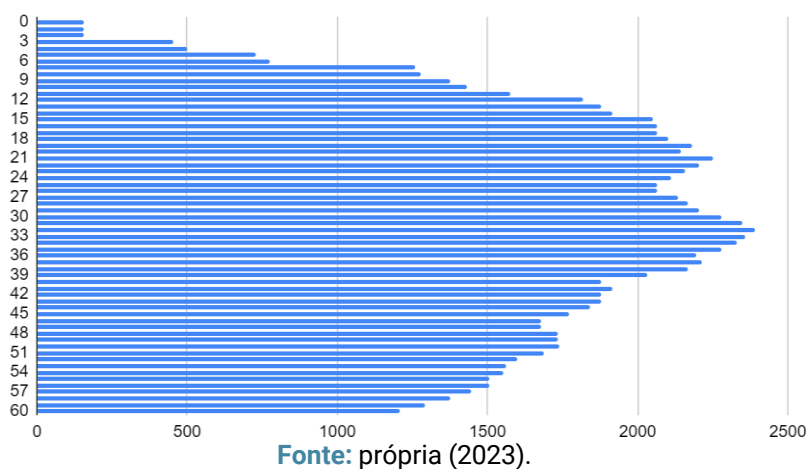
Fonte: própria (2023).

Conforme demonstrado, os pontos de interesse 24, 25, 26, 30 e 48 foram isolados devido a repetição de aparição como ponto compactado após o mix e feito os mapas de resistência do solo à penetração.

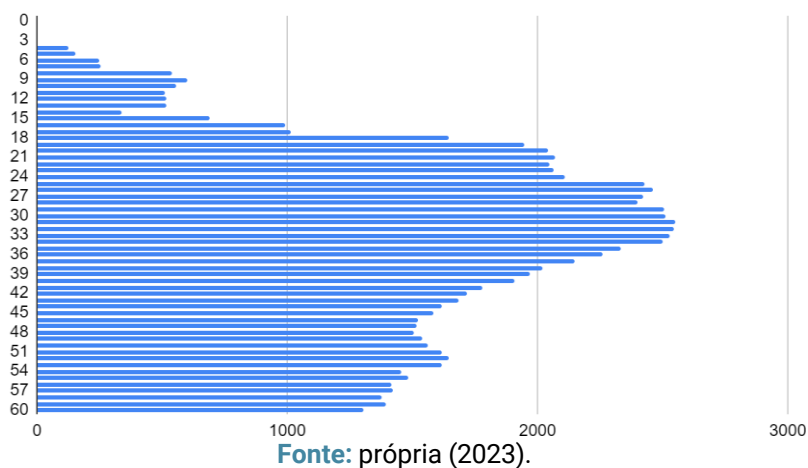
No ponto 24, apesar de haver uma piora nas camadas mais superficiais, após a implantação do mix apenas 19 cm estão acima de 2 kpa, enquanto anteriormente estavam 25 cm. Houve uma suposta melhora abaixo dos 20 cm, local denominado 'pé de grade', conforme figuras 2 e 3.



**Figura 2:** Comparação de médias de RSP no ponto 816.  
P 24 (MAIO)

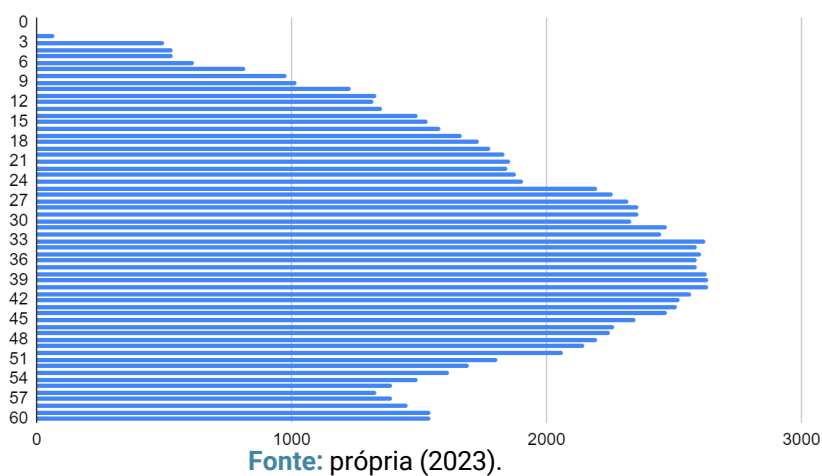


**Figura 3:** Comparação de médias de RSP no ponto 24.  
P 24 DEZEMBRO

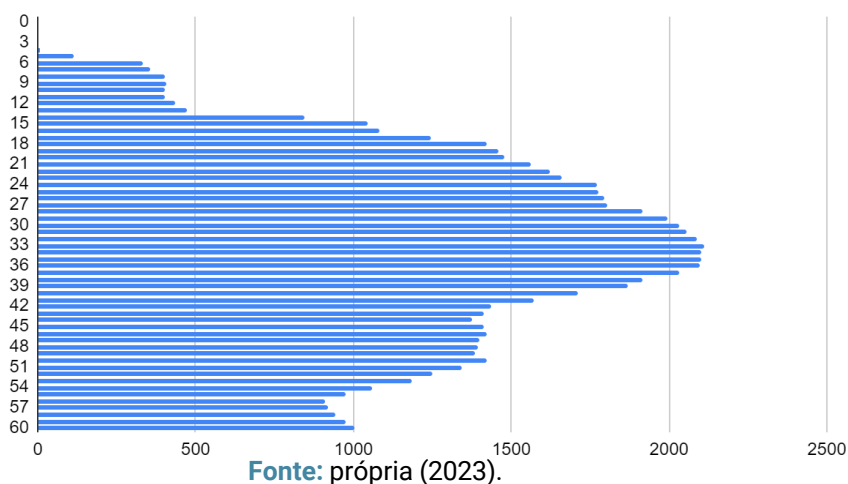


O ponto 25 apenas 8 cm estão em situação de compactação (acima de 2 kPa), enquanto anteriormente havia 26 cm de solo compactado. Novamente, apesar de haver a compactação superficial, que pode ter sido ocasionada no próprio plantio, o mix se mostrou eficiente nas áreas de solo que não são abrangidas pela gradagem.

**Figura 4:** Comparação de médias de RSP no ponto 25.  
P25 MAIO

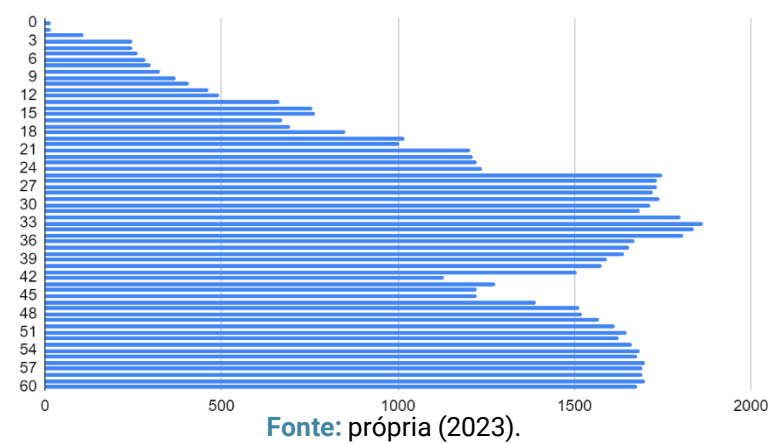


**Figura 5:** Comparação de médias de RSP no ponto 25.  
P 25 DEZEMBRO

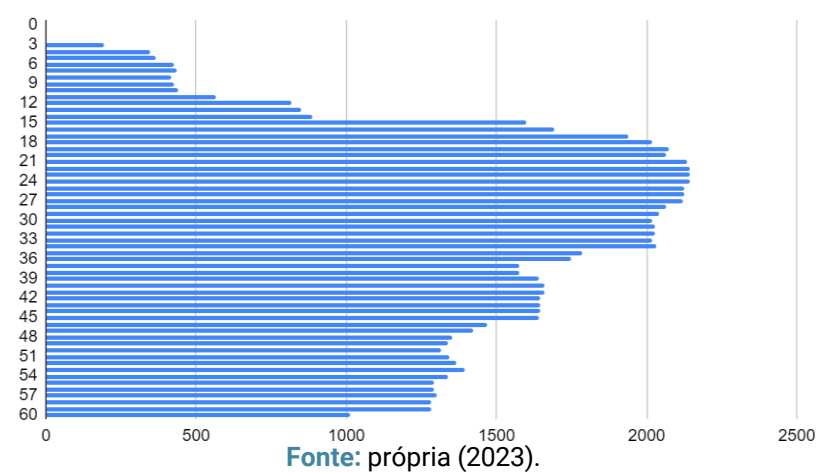


No local denominado 26, houve uma piora de maio de 2022 para dezembro do mesmo ano: Em maio não havia solo acima de 2 Kpa, enquanto em dezembro 17 cm passaram deste limite. Há diversas especulações sobre o ocorrido, dentre elas, ao analisar a mostra química, foi identificado baixos níveis de Mg/T(%) e um nível maior de H+Al. Estes fatores podem influenciar no desenvolvimento das plantas, que uma vez não bem estabelecidas em conjunto com o tráfego de maquinário não impediram a compactação.

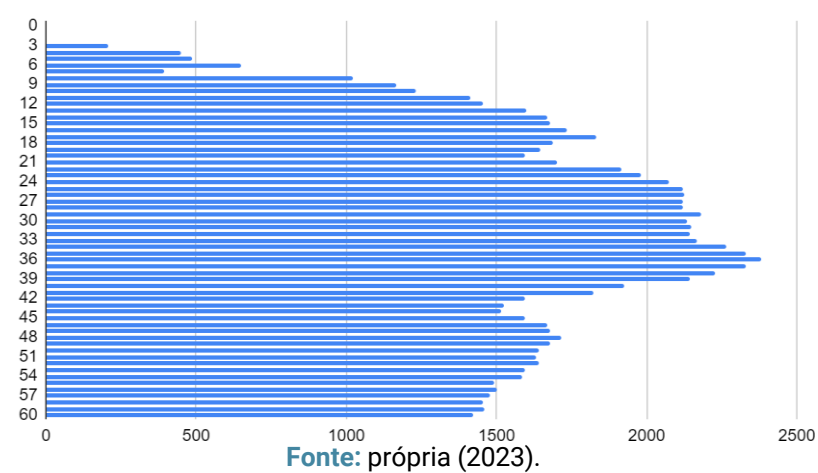
**Figura 6:** Comparação de médias de RSP no ponto 26.  
P 26 MAIO



**Figura 7:** Comparação de médias de RSP no ponto 26.  
P 26 DEZEMBRO

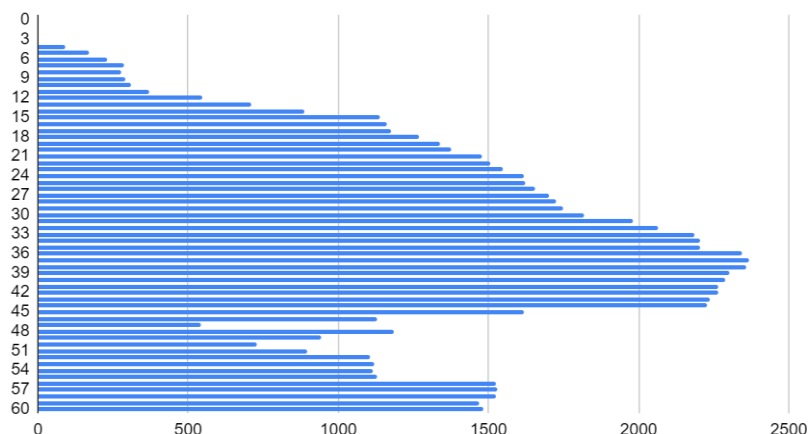


**Figura 8:** Comparação de médias de RSP no ponto 30.  
P 30 MAIO



**Figura 9:** Comparação de médias de RSP no ponto 30.

P 30 DEZEMBRO

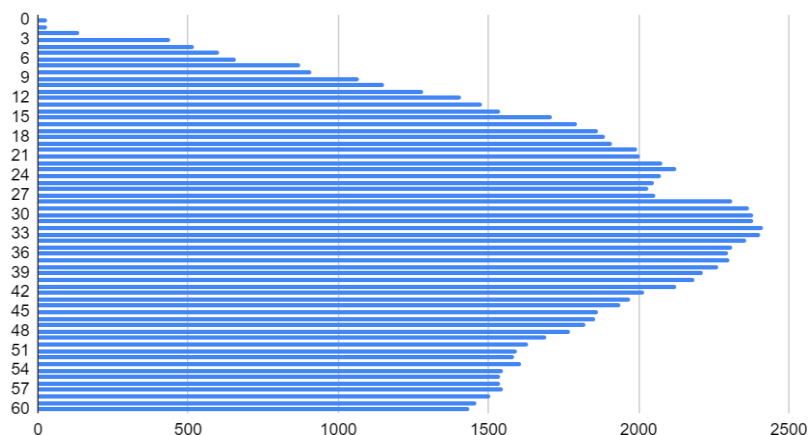


Fonte: própria (2023).

Na amostragem 48, houve uma redução de 4 cm de compactação e uma menor incidência de pontos compactados.

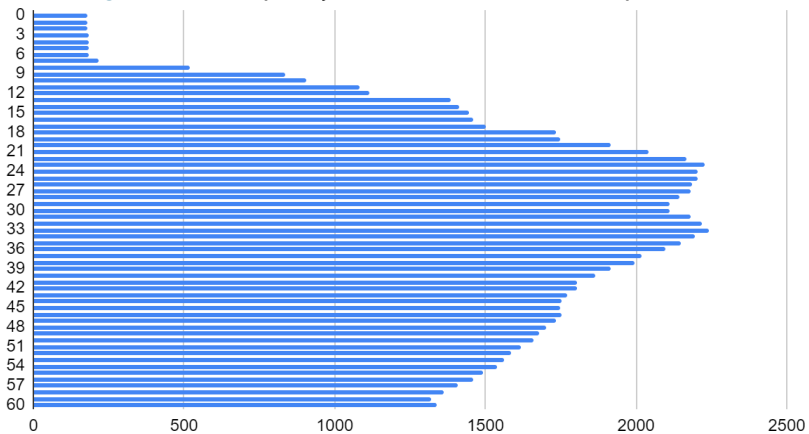
**Figura 10:** Comparação de médias de RSP no ponto 48

P48 MAIO



Fonte: própria (2023).

**Figura 11:** Comparação de médias de RSP no ponto 48



Fonte: própria (2023).

## Considerações finais

O mix de cobertura se mostrou uma alternativa no manejo de solo como um todo. Por ser de baixo custo inicial e alta tolerância e facilidade de implantação, mesmo sob as condições do solo do cerrado nova-andradinense, desenvolve-se a ponto de recuperar a matéria orgânica perdida. Nos primeiros meses de implantação a compactação gerada no plantio pode sobressair nas camadas superficiais, entretanto, ao longo do perfil do solo, se demonstrou como uma opção para descompactar áreas onde a maioria dos implementos utilizados não conseguem alcançar.

Deve-se levar em consideração que autores como Oliveira *et al.*, (2015) consideram que o tempo ideal para que as plantas de coberturas demonstrem seu máximo potencial de recuperação é de 20 meses. É importante ressaltar que com o avanço de pesquisas, novas adaptações de manejo demonstram auxiliar em um melhor manejo do solo.

## Referências

- BEUTLER, A. N. **Efeito da compactação do solo e do conteúdo de água nas características agrônômicas de soja e arroz de sequeiro.** (Tese doutorado em agronomia - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal). 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105295>. Acesso em: 05 maio 2023.
- BORGES, B. L.; PEREIRA, R. S.; RIBEIRO, E. S.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PASA, M. C. avaliação da compactação do solo em área de cerrado sensu stricto submetido a distúrbios por desmatamento e tratamentos silviculturais. **biodiversidade**, v. 13, n. 1, 2014.
- GARCIA, R. A.; CECCON, G. MACHADO, L. A. Z. Inserção de crotalárias em sistemas de produção de grãos e renovação de pastagens. **circular técnica 51**. Dourados, MS, 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1129490/1/CT-51-2020.pdf>. Acesso em: 03 junho 2023.
- KOCHHANN, R. A.; DENARDMN, J. E.; BERTON, A. L. Compactação e Descompactação de Solos. **Embrapa trigo**. Passo fundo-RS, 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84191/1/CNPT-DOC.-19-00.pdf>. Acesso em: 12 junho 2023.
- LEITE, C. D.; MEIRA, A. L. Consórcio de plantas. **Coordenação de Agroecologia - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/arquivos-producao-vegetal/6-consorcio-de-plantas.pdf> Acesso em: 22 julho 2023.

LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P.; NARIMATSUL, K. C. P.; SILVA, M. G.; QUEIROZ, H. A. Atributos físico-químicos de um Latossolo do cerrado brasileiro e sua relação com características dendrométricas do eucalipto. **Revista brasileira de ciência do Solo**, v. 34, p. 163-173, 2010.

LIMA, L. B.; PETTER, F. A.; LEANDRO, W. M. Desempenho de plantas de cobertura sob níveis de compactação em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 1064-1071, 2015.

NASCIMENTO, L. S.; ARAUJO, A. R.; FERREIRA, A. D.; CORRÊA, B. O.; FERREIRA, A. D.; MACEDO, M. C. M.; BONO, J. A. M.; ZIMMER, A. H. Resistência do solo à penetração em diferentes sistemas de uso e manejo na região do Cerrado. **Embrapa Gado de Corte**. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1127937>. Acesso em: 12 maio 2023.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; BORGHI, E.; CECCON, G.; CASTRO, G. S. A. Atributos da braquiária como condicionador de solos sob integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta. **Embrapa arroz e feijão**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/arroz-e-feijao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1022418/atributos-da-braquiaria-como-condicionador-de-solos-sob-integracao-lavoura-pecuaria-e-integracao-lavoura-pecuaria-floresta>. Acesso em: 30 maio 2023.

SANTOS, J. C. F.; SARAIVA, O. F.; DEBIASI, H. Rotação de culturas. **Embrapa soja**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/manejo-do-solo/rotacao-de-culturas>. Acesso em: 20 maio 2023.

SANTOS, T.R.; LEANDRO, W. M.; MIRANDA, R. F.; JÚNIOR, E. J. A.; CARDOSO, R. M. impacto da densidade do solo sobre o crescimento de variedades de milho. **Multi-Science Journal**. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifgoiano.edu.br/multiscience/article/view/626>. Acesso em: 30 maio 2023.

SILVA, A. R.; SILVA, L. L.; FRAZÃO, J. J.; SALGADO, F. H. M.; SILVA, M. C.; CORRECHEL, V. Resistência mecânica à penetração do solo com diferentes coberturas vegetais sob sistema. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Garça*, v. 22, n. 2, p. 1-13, 2012.

SILVA, E. M. B.; ANICÉSIO, E. C. A.; SILVA, F. C. M.; DOURADO, L. G. A.; AGUERO, N. F. Compactação do solo na cultura do trigo em Latossolo do cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, 2011.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. REIN, T. A. Uso de gesso agrícola nos solos dos cerrados. Planaltina: **EMBRAPA-CPAC**. 1995. (EMBRAPA-CPAC, Circular Técnica, 32).

SOUZA, L. F. R. A.; MENEZES, A. S.; JÚNIOR, J. C. L.; LOBATO, M. G. R.; CHAVES, A. F.; ALENCAR, T. L. Avaliação de penetrômetros na medição da resistência do solo à penetração. **Congresso brasileiro de ciência do solo**. Disponível em:<https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/2079.pdf>. Acesso em: 22 julho 2023.

# Conselho editorial

## Presidência

Dr. Erick Viana da Silva  
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) e  
Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

## Conselheiros

Dr. Airton José Vinholi Júnior  
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS)

Dr. Alexander Patrick Chaves de Sena  
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr.<sup>a</sup> Ana Patrícia Siqueira Tavares Falcão  
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. Arquimedes José de Araújo Paschoal  
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. Dewson Rocha Pereira  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Dr. Edísio Raimundo Silva  
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr.<sup>a</sup> Francisca da Rocha Barros Batista  
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dr.<sup>a</sup> Iraneide Pereira da Silva  
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. Jaime Patrício Leiva Nuñez  
Universidad de Playa Ancha (UPLA)

Dr. Jeymesson Raphael Cardoso Vieira  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Dr. José Ângelo Peixoto da Costa



Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. José Ayron Lira dos Anjos  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Dr. Jose Cuauhtemoc Ibarra Gamez  
Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón (ITSON)

Dr.<sup>a</sup> Lastenia Ugalde Meza  
Universidad de Playa Ancha (UPLA)

Dr.<sup>a</sup> Renata Cristine de Sá Pedrosa Dantas  
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. Roberto Gómez Fernández  
Ministério da Educação de Luxemburgo

Dr.<sup>a</sup> Suzana Pedroza da Silva  
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Dr.<sup>a</sup> Maria Trinidad Pacherez Velasco  
Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)

Dr. Thales Ramon de Queiroz Bezerra  
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr.<sup>a</sup> Viviane da Silva Medeiros  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

## **Coordenação Executiva**

Dr.<sup>a</sup> Kilma da Silva Lima Viana  
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) e  
Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

Mariana Almeida Ferreira Lima  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e  
Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

Caio Victor Barros Gonçalves da Silva  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e  
Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

Carolayne Silva de Souza  
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e  
Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

## **Coordenação Administrativa**

MSc. Ayrton Matheus da Silva Nascimento  
Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

Alexandre Antônio de Lima Júnior  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e  
Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

