



# TENDÊNCIAS E ESTRATÉGIAS PARA A AGROINDÚSTRIA DO FUTURO

VOL. 01

ACENINI LIMA BALJEIRO (ORG.)  
ANA PAULA COSTA CÂMARA (ORG.)  
ANNY KELLY VASCONCELOS DE OLIVEIRA LIMA (ORG.)  
ERICK VIANA DA SILVA (ORG.)  
IRIS BARBOSA DE SOUZA (ORG.)  
JOÃO PEDRO FERREIRA (ORG.)  
KRAUSE GONÇALVES SILVEIRA ALBUQUERQUE (ORG.)



**Editora  
IIDV**

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

Tendências e estratégias para a agroindústria do futuro [livro eletrônico] : volume 01 / organização Acenini Lima Balieiro...[et al.].  
-- Recife, PE : Instituto Internacional Despertando Vocações, 2022.  
PDF

Vários autores.

Outros organizadores: Ana Paula Costa Câmara, Anny Kelly Vasconcelos de Oliveira Lima, Erick Viana da Silva, Iris Barbosa de Souza, João Pedro Ferreira, Krause Gonçalves Silveira Albuquerque.

Bibliografia.

ISBN 978-65-88970-27-0

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0>

1. Agroindústria 2. Biotecnologia 3. Inovação tecnológica I. Balieiro, Acenini Lima. II. Câmara, Ana Paula Costa. III. Lima, Anny Kelly Vasconcelos de Oliveira. IV. Silva, Erick Viana da. V. Souza, Iris Barbosa de. VI. Ferreira, João Pedro. VII. Albuquerque, Krause Gonçalves Silveira.

22-132651

CDD-338.1

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Agroindústria : Gestão 338.1

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

## CONSELHO EDITORIAL

### PRESIDÊNCIA

**Dr.<sup>a</sup> Kilma da Silva Lima Viana** - 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. Erick Viana da Silva** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) e Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

### **COORDENAÇÃO ADMINISTRATIVA**

**MSc. Ayrton Matheus da Silva Nascimento** – Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

**Mariana Almeida Ferreira Lima** – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

### **COORDENAÇÃO TÉCNICA EDITORIAL**

**Vinícius de Barros Monteiro** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

# **TENDÊNCIAS E ESTRATÉGIAS PARA A AGROINDÚSTRIA DO FUTURO**

## **VOLUME 01**

### **ORGANIZADORES**

ACENINI LIMA BALIEIRO

ANA PAULA COSTA CÂMARA

ANNY KELLY VASCONCELOS DE OLIVEIRA LIMA

ERICK VIANA DA SILVA

IRIS BARBOSA DE SOUZA

JOÃO PEDRO FERREIRA

KRAUSE GONÇALVES SILVEIRA ALBUQUERQUE

### **PREFÁCIO**

ANNY KELLY VASCONCELOS DE OLIVEIRA LIMA

### **EDITORAÇÃO E DIAGRAMAÇÃO**

MARIANA ALMEIDA FERREIRA LIMA

### **ISBN**

978-65-88970-27-0

### **DOI**

<https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0>

### **EDITORA**

INSTITUTO INTERNACIONAL DESPERTANDO VOCAÇÕES (IIDV)

## SUMÁRIO

**USO DE REATOR IC, EM ESCALA REAL, PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES DE  
INDÚSTRIA DE BEBIDAS DE GRANDE PORTE: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA** 10

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.10-27>

**ELABORAÇÃO DE IOGURTE CONCENTRADO COM ADIÇÃO DE POLPA MISTA DE  
JAMBOLÃO E ACEROLA** 28

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.28-42>

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CÁLICE, FOLHAS, SEMENTES E CÁPSULAS  
DO HIBISCO (HIBISCUS SABDARIFFA L.)** 43

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.43-55>

**UTILIZAÇÃO DE INHAME E MARACUJÁ PARA A FORMULAÇÃO DE SORVETE  
ARTESANAL VEGANO** 56

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.56-75>

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DO FRUTO DO MANDACARU (CEREUS  
JAMACARU P. DC) DA REGIÃO DE LAGOA DO OURO-PE** 76

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.76-90>

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE SUSHIS COMERCIALIZADOS NA  
REGIÃO DO BREJO PARAIBANO** 91

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.91-106>

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE LEITES COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE  
SOBRAL-CE** 107

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.107-121>

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA EM VEGETAIS MINIMAMENTE  
PROCESSADOS** 122

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.122-139>

**INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO SOBRE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO  
UMBU (Spondias tuberosa)** 140

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.140-150>

**DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA COM  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SORO E ESTABILIZANTE/ESPESSANTE** 151

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.151-169>

**EVOLUÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DO CERRADO MINEIRO DURANTE A MATURAÇÃO** 170

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.170-187>

**PROXIMATE COMPOSITION OF FOUR SEAWEEDS COMMONLY FOUND ON THE PORTUGUESE SHORE** 188

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.188-200>

**EFICIÊNCIA DO MÉTODO DE CENTRIFUGAÇÃO ASSOCIADO À SECAGEM EM ESTUFA NA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA DE DIFERENTES CORTES CÂRNEOS** 201

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.201>

**POTENCIAL USO DO RESÍDUO DA EXTRAÇÃO DE ANTOCIANINAS DE JAMBOLÃO (Syzygium cumini) COMO INGREDIENTE ALIMENTAR** 203

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.203-216>

**EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS (ANTOCIANINAS) DE FRUTOS DE JAMBOLÃO (Syzygium cumini)** 217

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.217-234>

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO BAGAÇO DE LARANJA, CASCA DE MARACUJÁ E BAGAÇO DE CAJU PARA CÁLCULO TEÓRICO DO POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO** 235

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.235-249>

**SORO DE LEITE CAPRINO COMO AGENTE ENCAPSULANTE POR LIOFILIZAÇÃO** 250

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.250-269>

**ESTUDO DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOIS SUPERIORES POR LEVEDURAS EM “LOW WINES” DE MELÃO AMARELO** 270

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.270-286>

**UTILIZAÇÃO DA KOMBUCHA E SUA COMERCIALIZAÇÃO** 287

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.287-305>

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE BATATA-DOCE OBTIDOS POR CAST-TAPE DRYING** 307

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.307-322>

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BISCOITO FUNCIONAL DO TIPO COOKIES UTILIZANDO O RESÍDUO DA POLPA DE CAJU** 323

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.323-341>

**ESTUDO DE VIABILIDADE E PRODUÇÃO ARTESANAL DE FERMENTADO DE FRUTA:  
SAPOTI E CAJÁ-UMBU**

342

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.342-343>

## **PREFÁCIO**

O Congresso Internacional da Agroindústria - CIAGRO é um evento internacional, concebido no âmbito das atividades desenvolvidas no Programa Internacional Despertando Vocações para as Ciências Agrárias (PDVAgro) e realizado pelo Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV) que tem compromisso com a democratização do conhecimento e com uma educação de qualidade. Este evento foi idealizado e conduzido de forma online através de plataforma digital, e foi desenvolvido para um público-alvo de estudantes de cursos técnicos, de graduação e pós graduação, professores e pesquisadores, empresas, profissionais e comunidade, em geral, da área e interessados no tema.

O CIAGRO 2022 trouxe como tema principal “Tendências e Estratégias para a Agroindústria do Futuro”, e através deste tema norteador teve-se a oportunidade de acompanhar vários caminhos da cadeia produtiva do alimento no cenário nacional e internacional, para hoje e também inovações para o futuro, com divulgação de conteúdos e resultados de pesquisas; estabelecendo trocas de experiências entre indivíduos do Brasil, de diferentes instituições, e do exterior; estimulando a geração de novas redes de cooperação multicêntricas entre a indústria e a área acadêmica, contribuindo com o enriquecimento na formação de estudantes e profissionais, que atuam nos diferentes setores da agroindústria em diferentes países.

O e-book do CIAGRO 2022, está dividido em capítulos, que enfatiza os diversos elos da agroindústria, evidenciando as Inovações e tecnologias emergentes, Análises de alimentos, Gestão da Agroindústria, Biotecnologia na produção de alimentos, Produção sustentável e Segurança Alimentar e Formulação e Processamento de Alimentos. São, portanto, trabalhos que trazem informações e metodologias do mais expressivo conteúdo sobre temáticas de grande importância na agroindústria mundial.

**Dr<sup>a</sup>. Anny Kelly Vasconcelos de Oliveira Lima**

**Congresso Internacional da Agroindústria – CIAGRO 2022**

**EIXO**

# **ANÁLISES DE ALIMENTOS**

## USO DE REATOR IC, EM ESCALA REAL, PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES DE INDÚSTRIA DE BEBIDAS DE GRANDE PORTE: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

Daniel Dias da Silva<sup>1</sup>; Guilherme Gomes de Sousa Magalhães<sup>2</sup>, Liliana Andréa dos Santos<sup>3</sup>;  
André Felipe de Melo Sales Santos<sup>4</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.10-27>

### RESUMO

A indústria de bebida produz milhares de hectolitros de cerveja e refrigerantes por ano, com um consequente consumo exorbitante de água nessa produção. Os efluentes dessa produção possuem uma alta concentração de matéria orgânica, o que indica que pode representar um elevado risco ambiental no caso de sua disposição incorreta. O objetivo deste trabalho foi contribuição na ampliação dos conhecimentos técnicos na área de digestão anaeróbia de efluentes de indústrias de bebidas, focado especificamente nos reatores IC (anaeróbio de circulação interna). Para isso, realizou-se um levantamento bibliográfico e bibliométrico em 3 bases de dados - Web of Science (WoS), Science Direct (Elsevier), e SciVerseScopus (Scopus) com um recorte de 22 anos, entre 1999 e 2022. Foram utilizadas as palavras chaves “IC reactor”, “wastewater treatment”, “beverage effluents”, “full scale” e seus correspondentes na língua portuguesa. Dentre os resultados obtidos, foi verificado que 100% dos trabalhos encontraram-se no domínio dos continentes europeu e asiático. A China possui uma predominância entre os demais países, correspondendo sozinha a 61,1% do total de publicações de relevância. Verificou-se que as áreas temáticas neste recorte temporal predominaram-se para “ciências ambientais, energia e engenharia”. Duas tendências foram observadas pela bibliometria para as concentrações de publicações nestes 22 anos. A primeira foi a concentração de estudos em nível da microbiologia do processo biológico investigando a natureza dos microrganismos, seus metabolismos e interações ambientais. A segunda foi relacionada a otimizações do processo em escala real, e aplicações práticas, indicando uma possível tendência que estes processos estão, em nível mundial, cada vez mais tomando interesse de aplicação pelas suas vantagens ambientais, econômicas e energéticas.

**Palavras-Chave:** reator IC, biogás, efluente da indústria de bebida, escala real, bibliometria

### INTRODUÇÃO

A indústria de bebida é uma das tipologias industriais dentro das industriais de alimentos que mais cresce no mundo produzindo milhares de hectolitros de bebidas (cerveja, refrigerantes, sucos, etc) por ano, consumindo uma exorbitante quantidade de água nessa produção, podendo esse consumo chegar a cerca de 100 - 120 mil m<sup>3</sup>/mês (SERENO FILHO et al., 2013). A produção de 1 litro de refrigerante estima-se um gasto de cerca de 1,5 litro de água e de aproximadamente 4,2 litros de água para produzir 1 litro de cerveja (SERENO FILHO, 2009).

O efluente de bebidas possuem uma alta concentração de matéria orgânica e são oriundos sobretudo, dos açúcares encontrados no xarope e dos extratos vegetais utilizados para a formulação das bebidas (TYAGI, 2019). Desta forma, em função da elevada carga orgânica apresentada e elevados graus de complexidade na composição, faz-se necessário um tratamento

<sup>1</sup> Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [daniel.diass@ufrpe.br](mailto:daniel.diass@ufrpe.br)

<sup>2</sup> Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [guilhermegomesdesousa123@gmail.com](mailto:guilhermegomesdesousa123@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutor, Universidade Federal de Pernambuco, [liliana.andrea.santos@gmail.com](mailto:liliana.andrea.santos@gmail.com)

<sup>4</sup> Doutor, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [andre.felipesantos@ufrpe.br](mailto:andre.felipesantos@ufrpe.br)

adequado para o efluente. A digestão anaeróbia (DA) é uma tecnologia aplicada ao tratamento de efluentes com alta presença de matéria orgânica, visando o potencial de ganho econômico/energético/ambiental desse efluente (CHEN, CHENG, CREAMER, 2008).

Diferente dos tratamento de via aeróbia, na DA temos que grande parte da fração do carbono metabolizado é conduzindo a biogas, gerando pouco lodo, já estabilizado no final do processo. Essas vantagens, por si só tornam os tratamentos anaeróbios bastante atrativos, justificando seu largo uso nesta tipologia industrial. Geralmente são utilizados como tratamento primário para remoção da fração mais significativa da matéria orgânica facilmente degradável deste efluente, sendo comuns os pós-tratamento de via aeróbia (lagoas aeradas e polimento) na sequência, com vistas a remoção de material orgânico residual, sólidos decantáveis e sobretudo, nutrientes (NOVAK et al., 2003). O reator UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo) é sem dúvida o sistema anaeróbio mais utilizado em todo mundo para inúmeras aplicações, vazões, carga orgânica aplicada e condições de operação. Entretanto, especificamente para a o tratamento de efluentes da industria de bebidas, o reator IC (Circulação Interna) vem ganhando bastante interesse.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a revisão bibliográfica e bibliometrica da temática reator IC (escala de real) para tratamento de efluente de indústria de bebidas de grande porte, utilizando-se das bases de dados científicos, contribuido assim com a uma avaliação de tendência nas últimas 2 décadas do uso desta tecnologia.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **EFLUENTES DE INDÚSTRIA DE BEBIDAS.**

Sabe-se que a origem dos efluentes industriais de bebidas provém das etapas de lavagem, das águas presentes nos sistemas de resfriamentos, das águas utilizadas diretamente no processo produtivo e industrial, dos descartes dos produtos que não passaram no controle de qualidade, entre outros (SANTOS, RIBEIRO, 2005).

O efluente gerado no processo industrial de bebidas, possui elevada concentração de açúcares, pH geralmente alcalino, temperatura na faixa ambiente (20 - 25°C), alta concentração de matéria orgânica, em termos de demanda biológica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) e teores de sólidos totais (ST), oriundos sobretudo dos açúcares encontrados no xarope e dos extratos vegetais utilizados para a formulação das bebidas (SERENO FILHO, 2009). A DQO deste tipo de efluente pode variar entre 20.000 ~ 60.000 mg/L e cerca de 50 a 70% da matéria orgânica presente nos efluentes é biodegradável, com uma relação DBO/DQO da ordem de 0,5 ~ 0,7. Desta forma a digestão anaeróbia (DA) é uma

técnica de tratamento atrativa para este tipo de efluente, com altos ganhos ambientais e econômicos (CHEN, 2021). Entretanto, as características destes efluentes variam de acordo com o processo produtivo, principalmente devido à tecnologia empregada durante as etapas de fabricação industrial das bebidas (PAZERA, 2015).

No Brasil o tratamento deste efluente são compostos principalmente por três etapas: tratamento preliminar, tratamento secundário (correção do pH se necessária e adição artificial de nutriente) e um pós-tratamento em lagoa aerada seguida de decantação (polimento) (SERENO FILHO et al., 2009).

## **REATOR IC**

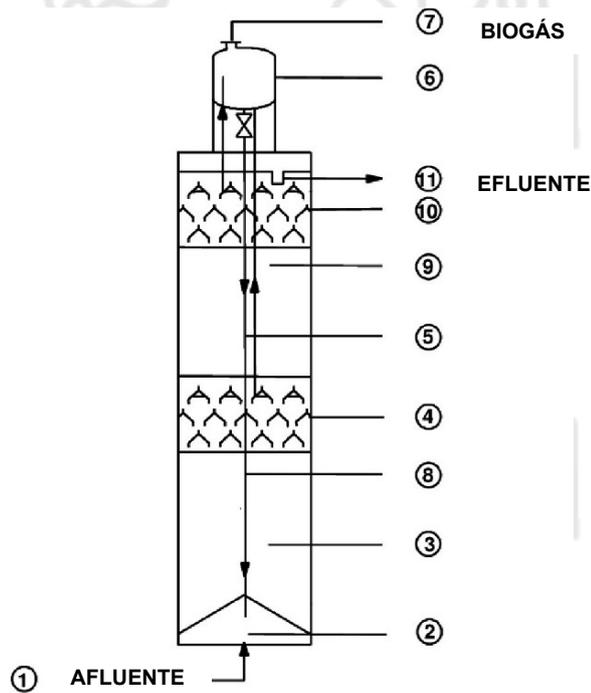
Reatores IC tem sido amplamente utilizados nas indústrias de cervejaria, bebidas de grande porte, celulose, papel, entre outras, visto que apresentam desempenho superior a outros reatores, em termos de taxas de carregamento orgânico e tempo de detenção hidráulico (TDH). Esses reatores apresentam uma tecnologia mais avançada, principalmente devido a sua circulação interna, o que permite um melhor contato entre a biomassa (lodo) e efluentes, resultando em maior atividade de biomassa “microbiana” (PEREBOOM, 1994).

A tecnologia empregada nos reatores IC é baseada no processo BIOPAQ® UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) usando os chamados separadores trifásicos para retenção de biomassa (esses separam “gás, o líquido e a biomassa”, o que permite maior atividade de biomassa, melhorando a qualidade do efluente final). O reator IC se destaca pela engenhosidade e simplicidade construtiva, visto que consiste basicamente na sobreposição de dois reatores UASB acoplados (o primeiro de alta carga e o segundo de baixa carga) (NICOLELLA, VAN LOOSDRECHT, HEIJNEN, 2000). Apresenta uma característica particular, a separação do biogás em duas etapas, onde o biogás coletado no primeiro estágio aciona um “gas-lift” criando uma circulação interna (DRIESSEN, 2000; SANTOS, RIBEIRO, 2005). Esse reator combina boa retenção de biomassa na saída, com excelentes características de mistura no seu compartimento inferior (HABETS; DE BOERSTRAAT, 1999). Algumas vantagens da utilização do reator IC são: ultra alta capacidade de carga orgânica (15 - 30kg DQO/m<sup>3</sup>.dia), baixa área de superfície utilizada, operação econômica (MUTOMBO, 2004). Apresenta um decantador interno de defletor triplo, que separam a água tratada do biogás produzido e a biomassa granular altamente sedimentável. Também não apresenta emissão de odores e nem de ruídos (MUTOMBO, 2004).

Essas características hidráulicas particulares do reator IC conferem a ele duas vantagens operacionais frente aos reatores UASB, por exemplo: elevada eficiência de remoção de matéria

orgânica (DQO e DBO) (>90%) e baixos tempos de detenção hidráulicos (TDH≈4h) (NOVAK et al., 2003). A clarificação do efluente é uma das suas vantagens adicionais, além da pequena área superficial necessária à sua implantação. Na Figura 1, é apresentado um desenho esquemático do perfil de um reator IC.

**Figura 1:** Desenho esquemático do perfil de um reator IC



Fonte: Adaptado DRIESSEN (2000)

Pode-se descrever o processo a partir da Figura 1. O afluente equalizado é bombeado a partir da base do reator (1) e distribuído por um sistema de tubos de radiais (2) posicionados para dar um efeito de mistura e turbulência no primeiro compartimento (3) do reator com alta concentração do lodo granular e onde a maior parte da DQO é convertida a biogás. O biogás gerado neste primeiro compartimento (alta carga) (3) é coletado pelo separador inferior (4) e encaminhado por um tubo central (5) que atua como um elevador de gás (gas-lift) levando uma mistura de efluente, lodo e gás até o separador trifásico (6) do topo do reator onde o biogás é liberado (7) para o gasômetro. O efluente e lodo separados no topo do reator (6) retornam para o fundo através de um tubo concêntrico (8) para a base do reator (circulação interna) em contrafluxo fechado, aumentando a concentração do lodo no primeiro compartimento e aumentando a turbulência na base. O efluente que flui após o primeiro conjunto de separadores (5) para o segundo compartimento (baixa carga) onde o efluente é pós-tratado e a DQO remanescente é removida promovendo uma remoção também de material granular por

efeito de decantação nesta zona de baixa turbulência. O gas gerado nesta zona é segue para os separadores superiores (9), também conectaado ao separaador trifásico do topo (6). O efluente final (tratado) (11) é coletado em vertedouros transbordantes (10) na saída superior do reator.

### **CARACTERÍSTICAS DO REATOR IC**

São cinco as principais características do Reator Anaeróbico de Circulação Interna (IC): a zona de mistura, a zona de leito expandido de lodo anaeróbico granulado, a zona de polimento e o sistema automático de recirculação e a características construtivas, segundo SERENO FILHO, 2009).

- **ZONA DE MISTURA:** No fundo do reator o efluente que chega para o tratamento é efetivamente misturado com o lodo anaeróbico e o efluente da corrente de recirculação. Isto resulta numa diluição e condicionamento do efluente de entrada, minimizando os riscos de toxicidade e choques de carga orgânica e pH.
- **ZONA DE LEITO EXPANDIDO:** Este setor do reator contém um leito de lodo anaeróbico granulado expandido altamente concentrado. A expansão/fluidização do leito é efetuada pela elevada vazão ascensional de efluente, recirculação e biogás produzido. O efetivo contato entre o efluente e os microrganismos resulta em uma alta atividade do lodo, que possibilita a aplicação de elevados carregamentos orgânicos com boa eficiência de conversão.
- **ZONA DE POLIMENTO:** No primeiro separador consegue-se remover a maior parte do biogás produzido na zona de leito expandido, garantindo pouca turbulência na zona de polimento. A vazão de efluente que é recirculada internamente também ficará restrita ao compartimento inferior do reator, entrando na zona de polimento vazão idêntica a de entrada de efluentes no reator. Esses fatores proporcionam uma boa separação sólido/líquido, fazendo com que a biomassa seja retida no reator e o efluente saia clarificado pelos vertedores na parte superior do segundo separador. A pequena vazão de biogás gerada na zona de polimento será coletada e enviada ao tanque separador no topo do reator.
- **SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO:** A circulação interna é baseada no princípio do “gas-lift” e é controlada pela vazão de biogás produzida no reator (não é necessária a utilização de bomba). A vazão de recirculação depende somente da DQO do efluente de entrada e seu controle é automático: quando maior a DQO, maior produção de biogás na zona de leito expandido, maior vazão de recirculação e também maior diluição do

efluente de entrada após a mistura na zona de mistura. Importante reafirmar que a vazão recirculada que permite um melhor contato efluente/microrganismos na zona de leito expandido, é coletada no primeiro separador, garantindo menores velocidades ascensionais previstas no projeto para a zona de polimento.

- **CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS:** Os Reatores IC tem alturas variáveis de 16 a 25 metros e por facilidade construtiva são cilíndricos, com diâmetros variando de 1,0 – 11,5 metros. O corpo do reator pode ser executado em aço inoxidável ou aço carbono revestido com proteção anticorrosiva. Em ambos os casos há um revestimento interno das paredes em plástico de engenharia, no fundo (evitar erosão na alimentação) e na parte superior para evitar a corrosão causada pela conversão de sulfetos. O teto de lodo na zona de mistura, o tanque separador gás/líquido e as tubulações internas sempre são construídas em aço inoxidável. Os separadores internos são construídos totalmente em plástico de engenharia (polipropileno) e ocupam toda a área superficial do reator.

## **PARÂMETROS DE CONTROLE DO PROCESSO**

Alguns parâmetros possuem uma significância maior no monitoramento de reatores anaeróbios por ser um indicativo da eficiência do estágio operacional e de alterações externas ou internas dos processos que ocorrem no seio do reator. Podemos destacar a temperatura, o pH, a alcalinidade total, os AGV's como os fatores mais preponderantes.

### **TEMPERATURA**

Os microrganismos são classificados como psicrófilos (faixa entre 0 e 20° C), mesófilos (faixa entre 20 e 45° C) ou termófilos (faixa entre 45 e 70° C) (CHERNICHARO, 1997). A gênese do metano pode ocorrer numa faixa bastante larga de temperatura que, segundo FORESTI (1994), pode variar de 0° a 97°C. Este mesmo autor destaca que a maioria dos digestores operam na faixa mesofílica cujas temperaturas ótimas variam de 30-35° C. A temperatura é uma variável que atua seletivamente junto às espécies mais aptas à degradação daquele substrato naquelas condições. A temperatura dos microrganismos é regulada pela temperatura externa e sendo assim variações bruscas e por períodos maiores podem inibir determinados grupos e mesmo dizimar populações inteiras de microrganismos. A temperatura interfere diretamente na cinética microbiana.

### **pH**

O pH é um importante parâmetro de acompanhamento do reator. Segundo METCALF

e EDDY (2003), os efeitos do pH sobre a digestão anaeróbia se manifestam sobre duas vertentes: afetando a atividade microbiana e a toxicidade de vários compostos. As arqueas metanogênicas atuam na faixa ótima de 6,6 a 7,4, as acidogênicas na faixa de 5 a 6. FORESTI (1994) e CHERNICHARO (1997) destacam que a produção de ácidos pode seguir no reator apesar da produção de metano ter sido interrompida devido aos valores reduzidos de pH.

## ALCALINIDADE

Segundo CHERNICHARO (1997) a alcalinidade de um sistema é a capacidade que este tem de neutralizar ácidos, resultado da presença de espécies químicas de natureza alcalina. A alcalinidade é um indicativo da capacidade tampão de um determinado sistema e sendo assim, para uma alcalinidade alta, não deve ser entendida que o pH esteja necessariamente alto.

A espécie alcalina mais importante em um sistema de digestão anaeróbia é o íon bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), originário de espécies alcalinas provenientes do metabolismo de proteínas, a se destacar a amônia ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{OH}$ ) e de formas oxidadas do enxofre ( $\text{S}_2^-/\text{HS}^-$ ) e pela hidrólise de ácidos orgânicos fracos como o ácido acético (VAN HAANDEL e LETTINGA, 1994 apud CHERNICHARO, 1997). A alcalinidade dessas substâncias é transferida ao bicarbonato através de reação subsequente com o composto ácido abundante no meio, o  $\text{CO}_2$  (ISOLDI et al., 2004) (Equações 1 e 2).



METCALF e EDDY (2003) sugerem que valores de alcalinidade para que o processo de digestão anaeróbia ocorra de forma ótima devam encontrar-se na faixa de 1000 a 5000 mg/l. FORESTI (1994) e ISOLDI et al. (2004), destaca que o monitoramento da alcalinidade em sistemas anaeróbios é mais eficaz que o pH, visto que a escala do primeiro é linear enquanto a do segundo é logarítmica.

E sendo assim, pequenas alterações de pH podem representar altos consumos ou produção de alcalinidade alterando significativamente a capacidade tampão do sistema.

## AGV

Os ácidos graxos voláteis mantêm uma relação estreita com a alcalinidade. Os ácidos formados no processo tendem a reduzir o pH tornando-o ácido e inadequada aos processos anaeróbios. Neste sentido o efeito tamponante da alcalinidade evita quedas bruscas e oscilações

freqüentes do pH. METCALF e EDDY (2003) sugerem valores para o AGV abaixo de 250 mg/l.

## PARÂMETROS OPERACIONAIS E DE PROJETO

A Tabela 1 um comparativo dos principais projeto para Reatores UASB e IC, onde pode-se atestar varias vantagens do segundo em relação ao primeiro.

**Tabela 1:** Comparação entre os parâmetros de projeto para Reatores UASB e IC

PARÂMETROS	UASB	IC
Lodo anaeróbio	Ativo, concentrado	Granulado
Separador S/L/G	Alta retenção biomassa	2 estágios
Altura do reator (m)	4,5 – 6,5	16,0 – 25,0
Atividade do lodo (Kg DQO/Kg SSV.d)	0,5	1,0
Carga orgânica aplicada (Kg DQO/m <sup>3</sup> . d)	6 – 12	20 – 40
Tempo detenção hidráulico (h)	6 – 10	2 - 3
Velocidade do líquido (m/h)	0,5 – 1,0	5 – 10
Velocidade do biogás (m/h)	0,5 – 0,9	7 – 10
Eficiência remoção DQO sol. (%)	80	80
Eficiência remoção DBO sol. (%)	90	90

**Fonte:** Adaptado de SERENO FILHO (2009)

## METODOLOGIA

### LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O levantamento bibliográfico foi realizado através de três principais fontes de pesquisa (bases de dados científicos): Web of Science (WoS), Science Direct (Elsevier), e SciVerseScopus (Scopus). A busca teve como objetivo encontrar publicações científicas em periódicos nacionais e internacionais, com um enfoque maior nas publicações internacionais, pelo fato de suas relevâncias e amplitude. As bases foram acessadas através do CapesCafé (portal periódicos da Capes) e foram consideradas as pesquisas em formato de artigo científico, com o idioma em inglês, com um recorte de 23 anos (1999-2022).

As palavras-chave que foram utilizadas para este levantamento bibliográfico foram

determinadas quando avaliado o estado da arte do tema. Foram utilizadas as palavra-chaves: IC reactor, wastewater treatment, beverage effluents, full scale e seus correspondentes na língua portuguesa. Adotou-se a metodologia de relacionar as quatro palavra-chave em conjunto (beverage effluents; IC reactor; wastewater treatment; full scale) utilizando os operadores booleanos “AND/OR”. Sendo assim, a pesquisa foi realizada com os operadores juntos e separados, observando os resultados de cada conjunto.

## **LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO**

Os dados foram obtidos a partir do levantamento realizado nas plataformas científicas Web of Science (WoS), Science Direct (Elsevier) e SciVerseScopus (Scopus), buscando por estudos no formato de artigos científicos, em inglês, considerando como fundamento para a temporalidade no período de vinte e um anos (1999-2022).

As bases de dados utilizam a funções de busca avançada para recuperar publicações relacionadas sobre efluentes de bebidas de grande porte em reator IC. As palavras-chave foram pré-definidas na análise bibliográfica e os termos de pesquisa incluíam o título, resumo e palavras-chave como se segue: TITLE-ABS-KEY (“wastewater treatment” AND “beverage effluent\*” AND “full scale” OR “IC reactor”).

A pesquisa na base de dados utilizou o operador booleano (“AND”) e (“OR”) como um fator chave em escolher o conjunto de dados finais para evitar artigos de pesquisa relevantes faltantes. O uso caracteres como o do asterisco (\*) e aspas (“), foram utilizados para melhorar a busca, tendo em vista que os asteriscos junto as palavras, faz com o que a base de dados busque todas as variantes do termo Ex: vinasse\* (molasses, vinasses, vinasse). A busca de artigos relevantes sobre o tema foi realizada em 07 fevereiro de 2022. A pesquisa para artigos necessários foi aplicada em um único dia para evitar a atualização diária do banco de dados das bases, não sendo realizadas alterações a posteriores.

Foi feito um afinamento dos documentos encontrados na pesquisa bibliométrica nas bases de dados, com intuito de um melhor direcionamento do tema e pela dificuldade encontrada de achar artigos que se encaixem no eixo temático. Esses foram salvos e exportados nos formatos de arquivo com "CSV Excel e txt" e analisado por meio do software VOSviewer “ferramenta de software para construção e visualização de redes bibliométricas”.

Optou-se por utilizar o conjunto de dados coletado na base Scopus para utilização do software VOSviewer. O software Excel® foi usado na investigação quantitativa da amostra, por meio da estatística descritiva. Após o tratamento dos dados, a elaboração de gráficos e de tabelas mostraram-se necessárias para explanação dos resultados. A quantificação e a

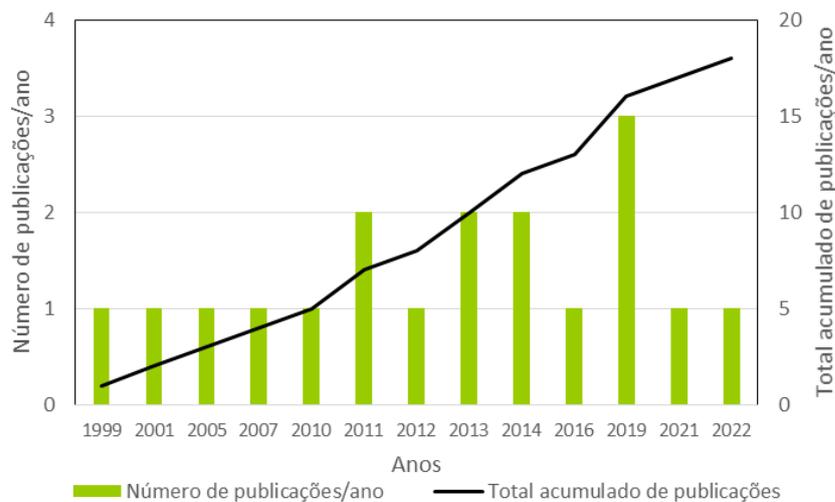
identificação das regiões insulares, dos periódicos (Qualis) e dos anos de publicação dos artigos informaram o desenvolvimento da literatura sobre a temática, além da espacialização dos trabalhos desenvolvidos (LIU et al., 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### QUANTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES

Sobre a quantificação de publicações a Figura 4 apresenta as tendências da produção de publicações sobre a temática de efluentes de bebidas em reatores IC, incluindo as cinco principais categorias temáticas tratadas da WoS e Scopus. Foi-se escolhido a base de dados Scopus para a obtenção dos gráficos, sendo utilizados 18 dos 53 documentos encontrados na pesquisa bibliométrica; sendo feito um refinamento e afinando para o eixo-temático da pesquisa proposto. O banco de dados obteve resultado de 18 artigos publicado entre 1999 a 2022 (Figura 2).

**Figura 2:** Número de publicações anual e totais acumulados por ano (1999 à 2022)



Fonte: Própria (2022)

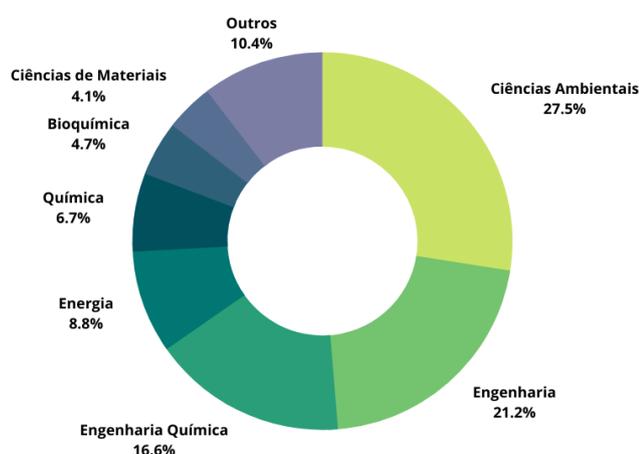
Nos primeiros dez anos (1999-2009), as pesquisas no tópico selecionado obtiveram algumas flutuações com o tempo e poucos artigos. Posteriormente, nos restantes dos anos (2010 à 2022) seguintes, o número de artigos de pesquisa aumentou consideravelmente junto com a área temática, sendo 11 artigos dos 18 artigos publicados durante este período, representando quase 61,1% de todos os estudos observados.

Recentemente, o interesse nas pesquisas de digestão anaeróbia de efluentes de bebidas em reatores IC vem aumentando, pois a tecnologia vem se consolidando como robusta, efetiva e se enquadra nas matrizes de energias renováveis. Os principais países que estão tendo uma

crecente exponencial nesse tema são os grandes produtores cerveja e bebidas em geral.

Para análises das categorias, as 18 publicações foram analisadas em maiores detalhes, incluindo os sete principais tipos de subcategorias temáticas. Notou-se que temática “Efluentes de bebidas em IC” tem aumentado rapidamente para três principais subcategorias: “Ciência Ambiental; Energia; Engenharia”. Cerca de 27,5 % dessas publicações são para a área de Ciências Ambientais; 21,2% para Engenharia; 16,6% Engenharia química; 8,8% Energia; 4,7% bioquímica, genética e biologia molecular; as demais porcentagens encontra-se na Figura 3.

**Figura 3:** Distribuição das publicações por área temática



Fonte: Própria (2022)

## PRODUÇÃO CIENTÍFICA POR PAÍSES

No estudo atual, 6 países foram responsáveis pelas 18 publicações encontradas na análise bibliométrica. Na Tabela 2 e na Figura 4 apresentam-se claramente as partições dos artigos publicados no período entre os 6 países cujas publicações foram objeto desta análise.

**Tabela 2:** Distribuição de artigos por países

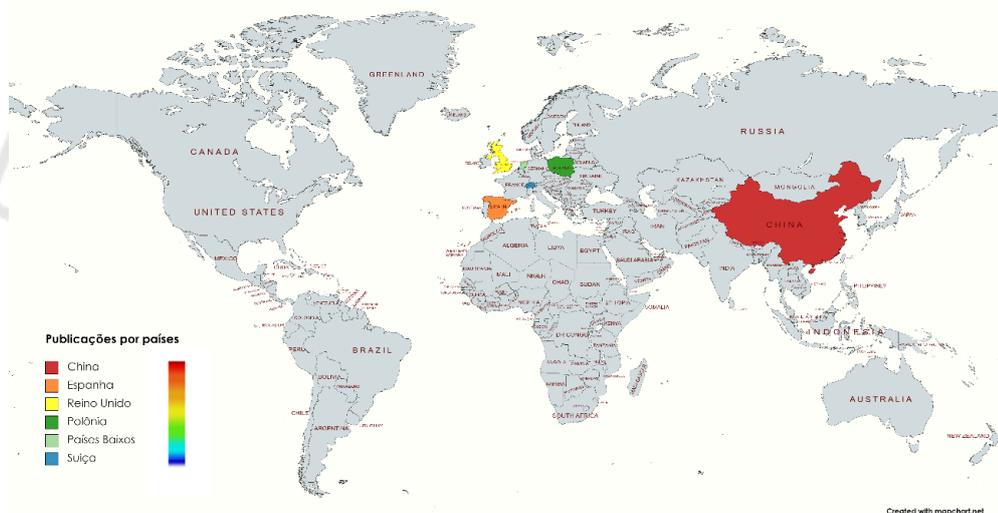
Países	Número de publicações	Porcentagem das publicações
China	11	61,1 %
Reino Unido	2	11,1%
Espanha	2	11,1%
Polônia	1	5,56%
Países baixos	1	5,56%
Suíça	1	5,56%

Total	18	100%
-------	----	------

Fonte: Própria (2022)

A China apresentou um resultado de 11 documentos publicados; Espanha e Reino Unido com 2 documentos cada. Na sequência os Países Baixos, Suíça e Polônia, cada qual com 1 documento publicado. Cerca de 61,1% do número total de artigos de pesquisa publicados, encontraram-se no domínio da China.

**Figura 4:** Distribuição geográfica dos principais países que publicam sobre o tema



Fonte: Própria (2022)

Parte disso é pelo fato da China ser o maior produtor de bebidas do mundo (cerveja e derivados), sendo medalhista na utilização de reatores IC devido suas altas eficiencias para tratamento desses efluentes. A China produz um total de aproximadamente 48,9 bilhões de litros de bebidas por ano, sendo quase 3 vezes maior o volume por litro que o do EUA, segundo colocado do ranking com 22,5 bilhões (CERVIERI JUNIOR, 2017).

O Brasil se encontra em 3 no ranking dos maiores produtores de bebidas mundiais com aproximadamente 13,3 bilhões de litros, tendo uma crescente de 5% no ano de 2020 no setor (CERVIERI JUNIOR, 2017). Nota-se que o Brasil não ocupa o espaço no quesito de documentos publicados sobre o tema, objetivando assim um déficit, mesmo tendo grandes indústria produtoras de bebidas. Ainda a questão da ciência não é vista economicamente viável para os produtores, uma visão erroneamente, pelo fato de grandes potencias fazer grandes investimento na área. Em termos de distribuição demografica, os países centrados na região da Eurásia (Europa-Ásia), saíram como as comunidades dominantes que publicaram mais trabalhos acadêmicos sobre a temática. Notavelmente, essas publicações, quantitativa os 100%

do número total de trabalhos de pesquisa recuperados.

Um dos possíveis motivos pode estar associado ao fato do clima e do solo desses continentes ser mais propício e naturalmente fertilizado, tendo um potencial maior para aproveitamento dessa cultura. A produção está concentrada nas regiões temperadas da Europa, Ásia e América do Norte onde se encontram os maiores produtores. Outro motivo é pelo fato da forma compacta dos reatores IC, grande eficiência na remoção de carga orgânica, entre outras características que fazem este reator ser o mais utilizado nesses países.

A DA de efluentes de bebidas em reatores IC, são amplamente aplicados ao longo do continente Europa-Ásia, principalmente em países como a China que aproveitam da grande eficiência do IC, do aproveitamento do biogás para fins energéticos e da pouca área necessária à sua implantação. No Brasil, a aplicação em escala desse tipo de reator representa grandes oportunidades para contribuir na expansão percentagem de energias renováveis da matriz energética nacional, tendo em vista os grandes volumes produzidos do efluente desse tipo de indústria e de sua importância no PIB nacional. Grandes desafios precisam ser vencidos e paradigmas quebrados. Os reatores IC são uma tecnologia ainda cara que necessita de operação mais sofisticada em termos de automação e controle do processo. Poucas informações são publicadas na literatura técnica acerca das eficiências, estabilidade e dados de monitoramento desses reatores o que não ajuda na sua divulgação desta alternativa.

## **FREQUÊNCIA DE PALAVRAS**

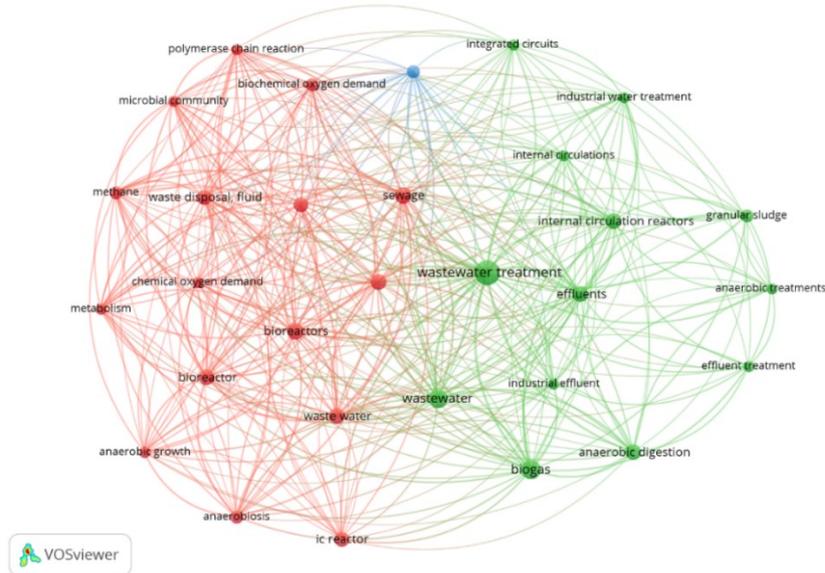
Nas revistas científicas, as palavras-chaves são significativas para se melhor entender os padrões de pesquisa e assim mostrar o direcionamento do foco, o que ajuda a reconhecer e entender os objetivos de pesquisa (KASAVAN et al., 2021).

A nuvem de co-ocorrência de palavras-chave foi formada através do agrupamento dos termos mais frequentes. Nesta perspectiva, as palavras que apresentaram mais destaque e força de interação nas análises estão presentes em tamanho maior. As análises das palavras-chaves dos resultados mostram que os tópicos de pesquisas conceitual a evolução através de clusters compostos por nós de palavras-chaves que estão conectados uns aos outros (Figura 5).

Segundo Kasavan et al. (2021) a co-ocorrência de palavras-chaves frequentes, são essenciais para entender a visibilidade dos artigos em questões de pesquisa atuais e passadas. Uma linha de conexão mais expressa indica uma correlação temático-científica entre dois itens, enquanto o tamanho adensado (maior) do nó entre as palavras-chave, indica uma alta ocorrência dos itens e relevância dos pontos em comum. A proximidade dos nós e sua centralidade (posição relativa entre os mesmos) também indicam temas centrais e correlacionados mais periféricos,

perdendo a força de dentro para fora em termos de relevância.

**Figura 5:** Distribuição das palavras-chave e suas interligações



Fonte: Própria (2022).

O VOSviewer recomendou restrições (ou seja, apenas incluir palavras-chave com uma ocorrência de pelo menos 3 vezes) que foram selecionadas para gerar o mapa de rede de palavras-chave de co-ocorrência. A pesquisa gerou 31 itens exibidos e foram escolhidos 29 destes, com 2 clusters (vermelho e verde) separando-os em dois diferentes subgrupos, com 1790 de strength (força) no total. Os dois itens retirados não tinham relação direta com as demais palavras observadas.

As análises dos artigos identificaram 29 palavras-chaves divididas em dois subgrupos (clusters). A Figura 5, indica as palavras mais frequentes e relevantes para a temática estudada. Nesse contexto, aparecem como as palavras-chaves mais importante: "wastewater treatment", no cluster em verde, (15 ocorrências e 130 de força); "biogas", também no cluster em verde, (9 ocorrências e 77 de força); "anaerobic digestion"/"internal circulation reactor", cluster em verde (6-5 ocorrências e 64-33 de força); "sewage", cluster em vermelho (7 ocorrências e 93 de força); "methane", cluster vermelho (4 ocorrências e 61 de força).

A temática DA vêm crescendo em interesse nas últimas décadas e, particularmente neste trabalho se observou um aumento no estudo nos temas mais específicos: "reactor IC", "biogás", "methane", "fertirrigation", "wasterwater treatment". Esse crescente interesse pode ser justificado pelo aumento da necessidade de uso de energias limpas, energias alternativas e de preservação do meio ambiente, na implantação de projetos de sistemas adequados de

tratamento e/ou utilização do efluente de bebidas.

O clusters 1 e 2 que se encontram nas cores vermelha e verde respectivamente, mostram as área-macro de concentração das pesquisas observadas.

O cluster 1 (vermelho), apresentou 16 co-ocorrências das seguintes palavras chaves: polymerase chain reaction/microbiel community/metabolism/biochemicaloxygen demand/sewage/waste water/IC reactor/anaerobiosis/anaerobic growth/bioreactor/ chemical oxygen demand/methane. A análise do conjunto de palavras deste cluster indicou que um grupo significativo das pesquisas se concentram na busca da compreensão dos processos microscópicos intrínsecos ao próprio processo, relacionados à microbiologia dos microrganismos, aos metabolismos microbianos, ao crescimento da biomassa e aos tipos de microrganismos envolvidos.

O cluster 2 (verde), apresentou 13 co-ocorrências das seguintes palavras chaves: biogas /internal circulations /industrial water treatment /granular sludge /effluent treatment /anaerobic treatment /industrial effluent /wastewater (treatment)/integrated circuits. A análise do conjunto de palavras deste cluster indicou um outro direcionamento das pesquisas, estas se concentrando na busca da compreensão dos processos macroscópicos relacionados ao processo em escala industrial, eficiência da tecnologia, limitações e aplicações. Apesar das pesquisas ainda estarem mais focadas nos processos microscópicos, a proximidade em termos numéricos entre estes dois clusters indica uma provável tendência de crescimento e possível transição das pesquisas para estudos em escala mais macroscópica, ou seja, em escala real.

Neste sentido, os trabalhos de Kunz, Steinmetz, Do Amaral (2019), Chen (2021); Salazar (2021); indicaram objetivamente esta tendência, apresentando os reatores anaeróbicos de circulação interna (IC) como uma tecnologia bem sucedida para reduzir cargas orgânicas e gerar vários subprodutos de valor agregado (lodo e biogás). Particularmente destacam que o biogás produzido poderá ser utilizado em caldeiras (calor/energia) ou em veículos (GNV) e ainda o lodo pode ser aproveitado como biofertilizante ou inóculo fresco para venda (inoculação e partida de outros reatores). Essas vantagens agregam valor ao ciclo produtivo da indústria de bebidas, altamente dinâmico e competitivo, reduzindo custos de produção, reduzindo emissões de gases e riscos ambientais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após a realização da revisão bibliométrica da literatura sobre a temática de efluentes industrial de bebidas de grande porte em reatores IC, percebeu-se que majoritariamente os documentos encontrados estão em domínio da região euro-ásia, principalmente em domínio

chinês. Parte disso pode ser correspondido pelo fato desses países serem grandes produtores de cerveja e ter clima propício para produção dos insumos cervejeiros, barata a produção e importação. Os países mais desenvolvidos na Ásia e Europa, optam pelo reator IC devido suas características físicas, operacionais e de performance: pouca necessidade de área de implantação, alta eficiência, estabilidade operacional e menor custos de manutenção. Fica evidente que o Brasil, mesmo sendo um dos grande produtores de cerveja, não investe na divulgação de resultados, seja de estudos acadêmicos ou em escala reais. Este fato não quer dizer que os reatores IC não sejam comuns em indústrias de bebidas de grande porte no Brasil, apenas que não há interesse de publicidade desses cases e pesquisas. Duas tendências foram também observadas pela bibliometria: a concentração de estudos em nível da microbiologia do processo e de aplicações práticas. A quase igualdade do interesse em termos quantitativos por estes dois grupos de concentração é uma evidência da tendência que estes processos estão em nível mundial cada vez mais tomando interesse de aplicação pelas suas vantagens ambientais, econômicas e energéticas.

## REFERÊNCIAS

CHANG, Min. Study on the efficacy of anaerobic biological treatment of industrial wastewater. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2019. p. 012042.

CHEN, Junfeng et al. Bacterial community composition of internal circulation reactor at different heights for large-scale brewery wastewater treatment. **Bioresource Technology**, v. 331, p. 125027, 2021.

CHEN, Ye; CHENG, Jay J.; CREAMER, Kurt S. Inhibition of anaerobic digestion process: a review. **Bioresource technology**, v. 99, n. 10, p. 4044-4064, 2008.

CERVIERI JÚNIOR, Osmar. Panoramas setoriais 2030: Bebidas. Panoramas Setoriais 2030: Desafios e oportunidades para o Brasil. Rio de Janeiro, RJ: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, P. 70-73, 2019.

CHERNICHARO, C. A. L. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - Reatores Anaeróbios, v. 5. 2 ed. Belo Horizonte: Segrac, DESA, UFMG, 1997, 246 p.

DRIESSEN, Willie et al. Compact combined anaerobic and aerobic process for the treatment of industrial effluent. In: **Environmental Forum, Columbia–Canada: Solutions to Environmental Problems in Latin America**. 2000. p. 24-26.

FORESTI, E.; Fundamentos do processo de digestão anaeróbia. In: **Anais III Taller y Seminario Latinoamericano: tratamiento anaerobio de aguas residuales**. Montevideo, Uruguai, 1994, pp 97-110.

HABETS, Leo HA; DE BOERSTRAAT, T. Introduction of the IC reactor in the paper industry. **Technical Report, PaquesBV, Netherlands**, v. 7, 1999.

HE, Huihui et al. Energy and economic evaluation of three generations of anaerobic reactors for starch wastewater treatment. **Environmental Pollutants and Bioavailability**, v. 31, n. 1, p. 252-260, 2019.

ISOLDI, L. A., KOETZ, P. R. Tratamentos biológicos para remoção de matéria carbonada e nitrogenada. **Ver. Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Vol 12, janjunho, 2004.

KASAVAN, Saraswathy et al. Plastic pollution in water ecosystems: A bibliometric analysis from 2000 to 2020. **Journal of Cleaner Production**, p. 127946, 2021.

KUNZ, Airton; STEINMETZ, Ricardo Luis Radis; DO AMARAL, André Cestonaro. Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato. 2022.

LEI, Rui Ying; WANG, Yue; LI, Yong Feng. Research On Application Of Treating Beet Sugar Wastewater With IC Reactor. In: **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications Ltd, 2014. p. 440-443.

LIU, Xiaodong et al. Improving multi-task deep neural networks via knowledge distillation for natural language understanding. **arXiv preprint arXiv:1904.09482**, 2019.

LIU, Qiong; WANG, Jing. Characteristics During Start-up of Internal Circulation Reactor. In: **Advanced Materials Research**. Trans Tech Publications Ltd, 2012. p. 218-222.

LUO, Gan et al. Performance, kinetics behaviors and microbial community of internal circulation anaerobic reactor treating wastewater with high organic loading rate: role of external hydraulic circulation. **Bioresource technology**, v. 222, p. 470-477, 2016.

METCALF E EDDY. Engenharia de águas residuais: tratamento e reúso, 4ª ed., McGraw-Hill, Nova York, 2003.

MUTOMBO, David Tshilumba. Internal circulation reactor: pushing the limits of anaerobic industrial effluents treatment technologies. In: **Proceedings of the 2004 Water Institute of Southern Africa (WISA) Biennial Conference**. 2004. p. 608-616.

NICOLELLA, Cristiano; VAN LOOSDRECHT, Mark CM; HEIJNEN, Sef J. Particle- based biofilm reactor technology. **Trends in Biotechnology**, v. 18, n. 7, p. 312-320, 2000.

NOVAK, John T.; SADLER, Mary E.; MURTHY, Sudhir N. Mechanisms of floc destruction during anaerobic and aerobic digestion and the effect on conditioning and dewatering of biosolids. **Water Research**, v. 37, n. 13, p. 3136-3144, 2003.

PAZERA, Anna et al. Biogás na Europa: potencial de resíduos de alimentos e bebidas (FAB) para produção de biogás. **Energia e combustíveis**, v. 29, n. 7, pág. 4011-4021, 2015.

PEREBOOM, J. H. F. Size distribution model for methanogenic granules from full scale

UASB and IC reactors. **Water science and technology**, v. 30, n. 12, p. 211, 1994.

SANTOS, M.S.; RIBEIRO, F.M. Cervejas e refrigerantes. São Paulo: CETESB, 2005.58p. Disponível em: Acesso em 15/06/2022.

SERENO FILHO, José Amaro. Tratamento de Efluentes da Indústria de Bebidas em Reator Anaeróbio de Circulação Interna (IC). Trabalho de conclusão de curso MBA em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental. Faculdades Oswaldo Cruz. 79p. 2009.

SERENO FILHO, José Amaro; Santos, A, F. M. S; Bahé, J. M. C. F.; Gobbi, C. N. G. Almeida, J. R.. Tratamento de efluentes da indústria de bebidas em reator anaeróbio de circulação interna (IC). **Revista Internacional de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 21-42, 2013.

TYAGI, Vinay Kumar et al. Anaerobic–aerobic system for beverage effluent treatment: Performance evaluation and microbial community dynamics. **Bioresource Technology Reports**, v. 7, p. 100309, 2019.

UMIEJEWSKA, Katarzyna. Conversion of organic compounds into biogas on a full scale brewery WWTP using IC reactor. In: **E3S Web of Conferences**. EDP Sciences, 2019. p. 00095.

XU, Fu et al. Performance and dynamic characteristics of microbial communities in an internal circulation reactor for treating brewery wastewater. **Environmental technology**, v. 34, n. 20, p. 2881-2888, 2013.

WANG, Jiade et al. Study on the flow characteristics and the wastewater treatment performance in modified internal circulation reactor. **Chemosphere**, v. 117, p. 631-637, 2014.

WANG, Yuxiao et al. Advance: IC reactor for high strength industrial wastewater treatment and biogas production. In: **2011 International Conference on Materials for Renewable Energy & Environment**. IEEE, 2011. p. 423-427.

WU, Chenjie et al. Strategy of optimizing anaerobic digestion of cassava distiller wastewater using a novel automatic biological incubation system. **Journal of Environmental Management**, v. 305, p. 114384, 2022.

## ELABORAÇÃO DE IOGURTE CONCENTRADO COM ADIÇÃO DE POLPA MISTA DE JAMBOLÃO E ACEROLA

### PREPARACIÓN DE YOGUR CONCENTRADO CON LA ADICIÓN DE MEZCLA DE JAMBOLÃO Y PULPA DE ACEROLA

### PREPARATION OF CONCENTRATED YOGHURT WITH THE ADDITION OF MIXED JAMBOLÃO AND ACEROLA PULP

Joana D'arc Paz Matos<sup>1</sup>; Nkarthe Guerra Araújo<sup>2</sup>; Idiana Macedo Barbosa<sup>3</sup>; Alexandre José de Melo Queiroz<sup>4</sup>; Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.28-42>

#### RESUMO

O iogurte é uma bebida fermentada a qual se podem adicionar polpas de frutas tornando-o mais atrativo para os consumidores. O consumo regular de frutas ricas em antioxidantes como jambolão e acerola é benéfico para a manutenção de vida saudável. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e fazer a avaliação sensorial de cinco formulações de iogurtes concentrados adicionados de polpa mista em pó e integral de jambolão e acerola. Foram preparadas cinco formulações de iogurtes concentrados: F1 – Iogurte controle (sem polpa mista); F2 – Iogurte com 20% de polpa mista integral; F3 – Iogurte com 10% de pó da polpa mista liofilizada (sem aditivos); F4 – Iogurte adicionado de 10% da polpa mista em pó liofilizada (10% de maltodextrina); e F5 – Iogurte adicionado de 10% da polpa mista em pó obtida por secagem em camada de espuma (1% de albumina e 0,5% de carboximetilcelulose). Na avaliação sensorial, notou-se que, todos os iogurtes testados tiveram notas iguais ou superiores a cinco, indicando boa aceitação sensorial, com destaque para os iogurtes F2 e F4. A adição da polpa de jambolão e acerola integral e na forma de pó possui potencial para utilização na elaboração de iogurtes concentrados.

**Palavras-Chave:** *Syzygium cumini*, *Malpighia emarginata*, iogurte grego, secagem, análise sensorial.

#### RESUMEN

El yogur es una bebida fermentada a la que se le pueden añadir pulpas de frutas, haciéndola más atractiva para los consumidores. El consumo regular de frutas ricas en antioxidantes como jambolan y acerola es beneficioso para mantener una vida saludable. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue desarrollar y realizar la evaluación sensorial de cinco formulaciones de yogures concentrados adicionados con pulpa mixta y entera en polvo de jambolan y acerola. Se prepararon cinco formulaciones de yogur concentrado: F1 – Yogur de control (sin pulpa mixta); F2 – Yogur con 20% de pulpa entera mezclada; F3 – Yogur con 10% de pulpa mixta liofilizada en polvo (sin aditivos); F4 - Yogur adicionado con 10% de pulpa mixta en polvo liofilizada (10% de maltodextrina); y F5 - Yogur adicionado con 10% de pulpa mixta en polvo obtenida por secado en una capa de espuma (1% de albúmina y 0,5% de carboximetilcelulosa). En la evaluación sensorial, se observó que todos los yogures probados tuvieron puntuaciones iguales o superiores a cinco, lo que indica una buena aceptación sensorial, con énfasis en los yogures F2 y F4. La adición de pulpa de jambolan y acerola entera y en polvo tiene potencial para su uso en la elaboración de yogures concentrados.

**Palabras Clave:** *Syzygium cumini*, *Malpighia emarginata*, yogur griego, secado, análisis sensorial.

#### ABSTRACT

Yogurt is a fermented beverage to which fruit pulps can be added, making it more attractive to consumers. Regular consumption of antioxidant-rich fruits such as jambolan and acerola is beneficial for maintaining a healthy life. In this sense, the objective of this work was to develop and carry out the sensorial evaluation of five formulations of concentrated yogurts added with powdered mixed and whole pulp of jambolan and acerola. Five concentrated yogurt formulations were prepared: F1 – Control yogurt (without mixed pulp); F2 – Yogurt with 20% mixed whole pulp; F3 – Yogurt with 10% freeze-dried mixed pulp powder (without additives); F4 – Yogurt added with 10% of the lyophilized powdered mixed pulp (10% of maltodextrin); and F5 – Yogurt added with 10% of the powdered mixed pulp obtained by

drying in a foam layer (1% albumin and 0.5% carboxymethylcellulose). In the sensory evaluation, it was noted that all yogurts tested had scores equal to or greater than five, indicating good sensory acceptance, with emphasis on yogurts F2 and F4. The addition of jambolan and whole acerola pulp and in powder form has potential for use in the preparation of concentrated yogurts.

**Keywords:** *Syzygium cumini*, *Malpighia emarginata*, Greek yogurt, drying, sensory analysis.

## INTRODUÇÃO

O frequente consumo de alimentos como o iogurte é reconhecidamente benéfico para a manutenção da saúde. Esse efeito é atribuído, em parte, às bactérias ácido-lácticas e proteínas (DAS et al., 2019). Além disso, a adição de frutas e/ou seus extratos a diversos produtos lácteos transforma esses produtos em carreadores de nutracêuticos. Como resultado, a fortificação de alimentos lácteos com extratos frutíferos pode auxiliar no desenvolvimento de produtos lácteos funcionais com valor nutricional (EL-SAYED; YOUSSEF, 2019). Recentemente, a crescente atenção do consumidor concentrou-se no papel dos alimentos à base de frutas e vegetais nos benefícios para a saúde. O iogurte é geralmente utilizado como modelo de matriz alimentar para aplicação de novos ingredientes, pois é bem aceito pelos consumidores.

O Brasil é um dos países de grande destaque no cenário mundial no que diz respeito à biodiversidade, além de sua posição geográfica privilegiada tornar possível a possibilidade de cultivo das mais inúmeras espécies frutíferas (SANTOS et al., 2018). O jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels), é uma fruta fonte de compostos fenólicos como os flavonoides e antocianinas (PANGHAL et al., 2019). A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma fruta tropical originária da América Central e do Sul, com alto teor de ácido ascórbico, que desempenha um papel importante na prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo (NOGUEIRA et al., 2019).

Por possuir alto teor de umidade, sendo consideradas como alimentos altamente perecíveis, as frutas e alguns produtos oriundos delas exigem métodos de conservação e processamento, como processos de secagem, com o intuito de reduzir as perdas pós-colheita, proteger contra as reações de degradação, contribuir para a concentração de nutrientes, além de possibilitar sua disponibilidade em qualquer período do ano (JAFARI; GHALENOEI; DEHNAD, 2017).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo elaborar e avaliar a aceitação sensorial de cinco formulações de iogurtes concentrados adicionados de polpa mista de jambolão e acerola integral e em pó.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A fermentação é um dos métodos mais antigos usados para prolongar a vida útil do leite,

convertendo-o em vários produtos, dentre eles o iogurte. O iogurte é um produto lácteo fermentado amplamente consumido devido ao seu sabor e os seus benefícios à saúde. É o produto resultante da fermentação do leite pasteurizado ou esterilizado, por fermentos lácticos próprios (BRASIL, 2007). Podem ser utilizadas diferentes culturas bacterianas; no entanto, *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus spp.* são as mais eficazes em termos de produção e formação do coágulo. Elas se desenvolvem rápido e têm melhor desempenho quando usadas em conjunto do que quando inoculadas separadamente.

Os produtos lácteos fermentados com alto teor de proteínas são nomeados de acordo com sua origem geográfica e vários aspectos tecnológicos durante a fabricação. Eles incluem principalmente iogurtes concentrados rotulados como iogurte grego, iogurte coado, *labneh* (Oriente Médio), *skyr* (Islândia), iogurte *Tuluq* (Irã), iogurte *Torba* (Turquia), *shrikhand* (Índia), *besa* (Bulgária) e *laban zeer* (Egito) (KÖRZENDÖRFER; HINRICHS, 2019). O iogurte concentrado ou grego por ser um produto relativamente novo no mercado alimentício brasileiro, ainda não tem uma definição exata para tal produto, existindo somente para iogurtes em geral.

O iogurte concentrado é um produto semissólido produzido por uma prática simples e tradicional, no qual parte do soro é drenada pressionando o iogurte em sacos de tecido por 12-18 horas em temperaturas de refrigeração, até atingir o nível de sólido total desejado. Originalmente, foram utilizadas peles de animais para a produção do iogurte, em que ocorria a exsudação natural pelos poros. Os métodos modernos de fabricação incluem fortificação com leite em pó, evaporação ou filtração por membrana, ou após fermentação, drenagem do soro por separação mecânica (JØRGENSEN et al., 2018).

O iogurte concentrado possui sabor ligeiramente ácido, cor creme, com consistência cremosa, macia e suave, boa capacidade de espalhamento e pouca sinérese (MOHAMED et al., 2016). Com a concentração do produto, ocorre um aumento da contagem das bactérias lácticas, do ácido láctico e de sólidos totais, o que promove uma melhoria da conservação do produto final (MAESTRI et al., 2014).

Com o intuito de valorizar as características sensoriais e nutricionais e ampliar o consumo de frutas regionais ricas em compostos bioativos, existem pesquisas com iogurtes com adição de vários tipos de polpa de frutas, como iogurte com suco de romã em pó (PAN et al., 2019), polpa de mangostão (SHORI; RASHID; BABA, 2018) e com polpa de jujuba (FENG et al., 2018).

Dentre as frutas ricas em compostos bioativos tem-se o jambolão (*Eugenia jambolana*

Lam.) que é uma fruta tropical, pertencente à família Myrtaceae, também conhecida popularmente como “azeitona roxa” e quando madura apresenta cor vermelho-púrpura a preta devido ao seu alto teor de antocianinas (SERAGLIO et al., 2018). Porém, devido ao desconhecimento popular e pelo sabor peculiar, estudos em relação ao aproveitamento do jambolão ainda são pouco representativos.

Já a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) é um fruto de polpa succulenta e refrescante, com característica sensorial ácida. É cultivada comercialmente no Brasil, representando uma importante fonte de renda no setor agrícola. É conhecida por possuir compostos antioxidantes como a vitamina C e polifenóis (NOGUEIRA et al., 2019). Diferente do jambolão é possível encontrar no mercado diversos produtos industrializados de acerola, como sucos, polpa, geleias, concentrados, sorvetes e licores, entre outros.

A mistura de diferentes frutas tem sido tendência no mercado de polpas, com a finalidade de superar o alto custo de algumas frutas exóticas, escassez ou disponibilidade sazonal, balanceamento de sabores fortes, alta acidez, adstringência, melhorando assim a aceitação sensorial. A composição físico-química e bioativa de cada fruta utilizada é somada, otimizando seu potencial nutricional (CARVALHO; MATTIETTO; BECKMAN, 2017). Considerando o potencial antioxidante e sensorial destas duas frutas, torna-se interessante estudar sua inserção em produtos alimentícios de forma combinada.

Apesar do crescente consumo de polpas de frutas, seu processo de armazenamento gera adversidades decorrentes dos custos com a cadeia de frio, do grande volume no transporte e estocagem. A obtenção de polpa em pó apresenta vantagens na qualidade e conservação do produto, como baixo peso e volume, rápida preparação e fácil dosagem (NEMZER et al., 2018). Dentre as técnicas de secagens aplicadas à produção de polpa em pó, pode-se destacar a liofilização e a secagem em camada de espuma.

A liofilização é considerada como referência para pós de alta qualidade, uma vez que preserva ao máximo atributo sensorial como sabor e cor, bem como os nutrientes da fruta original, devido à sua baixa temperatura de processamento e à ausência de oxigênio do ar durante o processamento, o que minimiza as reações de degradação (KAPOOR; RANOTE, 2016).

A secagem em camada de espuma é uma técnica de desidratação prática e de baixo custo, em que agentes espumantes são adicionados ao material líquido, passando por agitação até formação de uma espuma estável, que é distribuída em camadas finas e submetida à secagem em temperaturas que variam de 50 a 80 °C. Este processo de secagem pode ser utilizado para

produtos sensíveis ao calor, pegajosos, viscosos e com alto teor de açúcares como as polpas de frutas (QADRI; SRIVASTAVA; YOUSUF, 2019).

## METODOLOGIA

### Obtenção da polpa mista de jambolão e acerola em pó

Foi utilizado como matérias-primas o jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) e acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) maduros, proveniente do município de Macaíba, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

Os frutos foram selecionados quanto a integridade e completa maturação, lavados em água corrente e sanitizados por imersão em água clorada (50 ppm) por 15 minutos, seguidos de enxágue em água potável. Em seguida, os frutos foram despulpados em despulpadora horizontal de aço inoxidável. As polpas de jambolão e acerola foram envasadas em embalagens de polietileno de baixa densidade e armazenadas em freezer ( $-18 \pm 2$  °C) até a realização dos experimentos.

As polpas de acerola e jambolão foram descongeladas sob refrigeração ( $5 \pm 2$  °C); em seguida foi feita uma mistura da polpa de jambolão com a polpa de acerola na proporção de 1:1, sendo homogeneizadas em liquidificador doméstico durante 1 minuto, denominada de polpa mista integral.

A polpa mista foi formulada com adição de 10% de maltodextrina (DE 10 - MOR-REX<sup>®</sup> – Ingredion, São Paulo, Brasil), sendo homogeneizada em liquidificador doméstico por cerca de 5 minutos. Esta formulação foi congelada em freezer ( $-18$  °C) por 48 horas e liofilizada (Liobras<sup>®</sup>, modelo L101, São Carlos, SP, Brasil) a  $-50$  °C, por 72 horas. A amostra liofilizada foi desintegrada em processador para obtenção da polpa mista em pó.

Uma segunda formulação foi elaborada com a polpa mista de jambolão e acerola com adição de 1% de albumina (Infinity Pharma<sup>®</sup>, Campinas, SP, Brasil) e 0,5% de carboximetilcelulose – (CMC - Neon<sup>®</sup>, Suzano, SP, Brasil). Esta formulação foi submetida ao batimento em batedeira planetária na velocidade máxima (Arno<sup>®</sup>, Deluxe, 300 W, Itatiaia, RJ, Brasil) durante 20 minutos para obtenção de espuma. Esta espuma foi espalhada em bandejas de aço inoxidável, com espessura da camada de 0,5 cm e submetida à secagem em camada de espuma em estufa (FANEM, modelo 320E, São Paulo, SP, Brasil) com circulação forçada de ar na velocidade do ar de 1,0 m/s e temperatura de 70 °C até massa constante. O material seco foi triturado em um multiprocessador doméstico para obtenção da polpa mista em pó.

### **Elaboração do iogurte concentrado**

Na elaboração do iogurte concentrado foi utilizada a cultura láctica termofílica liofilizada (*stater*) composta por (*Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*) (Vilac Foods Tecnologia Ingredientes Ltda., Natal, RN, Brasil) adquirida no comércio.

No processo de elaboração do iogurte, o leite cru foi padronizado em 10% de sólidos totais com a adição de leite em pó integral (Ninho<sup>®</sup> Forti+ integral, Nestlé, Brasil), com o objetivo de melhorar a viscosidade do produto final, em seguida foram adicionados 15% (m/m) de açúcar cristal comercial (Estrela<sup>®</sup>, Arês, RN, Brasil), dissolvidos manualmente. Após, submetido à pasteurização rápida a (75 °C/15 s), resfriado até 45 °C e inoculado com 1% (em relação ao volume do leite) da cultura láctica previamente preparada (conforme instruções do fabricante) e incubada a 42 °C.

A cinética do processo de fermentação foi acompanhada através de análise de pH e acidez a cada 30 minutos até atingir pH 4,6 e 0,65% de ácido láctico. Após o final da fermentação, o produto foi resfriado em banho de gelo e armazenado em câmara fria à temperatura de  $5 \pm 1$  °C até atingir temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C).

O coágulo foi transferido cuidadosamente para sacos de algodão esterilizados (autoclave - 121 °C/15 min) e colocados sob resfriamento em câmara fria a  $5 \pm 1$  °C por 16 h para drenagem parcial do soro do leite. Após esse período, a massa foi retirada, homogeneizada manualmente com espátula e dividida em porções para adição da polpa mista.

As formulações foram elaboradas da seguinte maneira: F1 – Iogurte controle (sem adição de polpa mista); F2 – Iogurte adicionado de 20% de polpa mista integral; F3 – Iogurte adicionado de 10% de pó da polpa mista liofilizada (sem aditivos); F4 – Iogurte adicionado de 10% de pó da polpa mista com 10% de maltodextrina liofilizada; e F5 – Iogurte adicionado de 10% de pó da polpa mista da secagem em camada de espuma (1% de albumina e 0,5% de carboximetilcelulose). Os iogurtes foram acondicionados em recipientes de polipropileno de 50 mL, fechados com tampa termossoldável e conservados a  $5 \pm 1$  °C para manter a temperatura de refrigeração durante as análises.

### **Análise sensorial**

Os iogurtes concentrados foram analisados por 110 provadores não treinados, de ambos os sexos, entre acadêmicos e colaboradores da instituição, consumidores de iogurte concentrado, na faixa etária de 15 a 68 anos.

No laboratório de análise sensorial da Escola Agrícola de Jundiá/UFRN, os participantes foram acomodados em cabines individuais, orientados sobre as contraindicações (alergia ou problema de saúde) de algum dos ingredientes usados, preencheram o termo de assentimento livre e esclarecido – TALE e o termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE, só então receberam os iogurtes.

As amostras foram servidas em copos descartáveis contendo 25 mL de cada iogurte (F1, F2, F3, F4 e F5) a aproximadamente 10 °C, codificados com números aleatórios de três dígitos, sempre duas horas antes ou depois das refeições, no período mais adequado para realização desta avaliação. Os julgadores foram orientados a utilizarem água à temperatura ambiente entre as amostras, para a limpeza do palato.

Para avaliar a aceitação dos iogurtes os atributos sensoriais sabor, cor, aroma, consistência, aparência e impressão global foram avaliados utilizando-se uma ficha com escala hedônica de nove pontos ancorada nos extremos do teste de “desgostei muitíssimo” (nota 1) a “gostei muitíssimo” (nota 9) (DUTCOSKY, 2013). Os iogurtes foram considerados aceitos quando tiveram média igual ou superior a 5,0 (termo hedônico “nem gostei/nem desgostei”).

A intenção de compra foi avaliada usando escala hedônica estruturada de 5 pontos, com notas variando de 1 (com certeza não compraria) à 5 (com certeza compraria) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991). Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética, conforme parecer nº 3.692.447/2019.

### Análise estatística

As análises foram conduzidas utilizando-se 3 repetições. Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as diferenças significativas entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do software *Assistat* versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01 encontram-se os valores médios referentes à análise sensorial realizada nos iogurtes adicionados de polpa mista integral e em pó em relação aos atributos sensoriais: aparência, odor, sabor, textura, cor e impressão global.

**Tabela 01:** Valores médios dos parâmetros avaliados na análise sensorial dos iogurtes concentrados adicionados de polpa mista de jambolão e acerola integral e em pó

Parâmetros	F1	F2	F3	F4	F5
------------	----	----	----	----	----

Aparência	8,29±0,84 <sup>a</sup>	7,31±1,27 <sup>b</sup>	7,03±1,30 <sup>b</sup>	7,41±0,98 <sup>b</sup>	5,99±1,65 <sup>c</sup>
Odor	7,65±1,25 <sup>a</sup>	6,76±1,40 <sup>bc</sup>	6,35±1,39 <sup>cd</sup>	6,87±1,20 <sup>b</sup>	6,02±1,64 <sup>d</sup>
Sabor	8,54±0,73 <sup>a</sup>	6,37±1,63 <sup>b</sup>	5,37±1,88 <sup>c</sup>	6,50±1,58 <sup>b</sup>	5,32±1,88 <sup>c</sup>
Textura	8,56±0,61 <sup>a</sup>	7,13±1,37 <sup>b</sup>	6,98±1,62 <sup>b</sup>	7,25±1,38 <sup>b</sup>	5,94±1,87 <sup>c</sup>
Cor	8,38±0,93 <sup>a</sup>	7,64±1,22 <sup>b</sup>	7,26±1,42 <sup>b</sup>	7,45±1,11 <sup>b</sup>	5,86±1,85 <sup>c</sup>
Impressão Global	8,52±0,62 <sup>a</sup>	6,98±1,29 <sup>b</sup>	6,20±1,46 <sup>c</sup>	6,74±1,28 <sup>b</sup>	5,54±1,68 <sup>d</sup>

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1 – Iogurte controle (sem adição de polpa mista); F2 – Iogurte adicionado de 20% de polpa mista integral; F3 – Iogurte adicionado de 10% de pó da polpa mista liofilizada (sem aditivos); F4 – Iogurte adicionado de 10% de pó da polpa mista com 10% de maltodextrina liofilizada; F5 – Iogurte adicionado de 10% de pó da polpa mista da secagem em camada de espuma (1% de albumina e 0,5% de carboximetilcelulose).

A análise sensorial foi realizada com 110 julgadores não treinados, no qual, 56,36% eram do gênero feminino e 39,09% do gênero masculino, com frequência de idade entre 15 e 68 anos. Os julgadores apresentaram grau de escolaridade cursando o ensino médio 59,09%, o ensino superior 31,82% e possuíam pós-graduação 4,55%. Com relação à frequência de consumo de iogurte pelos julgadores, obteve-se o seguinte resultado: 2,73% - diariamente; 16,36% - pelo menos uma vez por semana; 31,82% - de duas a três vezes por semana; 44,54% - de uma a duas vezes por mês; e 4,54% não responderam.

Observa-se que houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) para os atributos avaliados entre os iogurtes o que mostra que a utilização da polpa mista de jambolão e acerola adicionada na forma integral e em pó aos iogurtes influenciou na avaliação dos julgadores.

Pode-se observar de modo geral com relação à aceitação que os iogurtes com polpa mista obtiveram notas entre 5,32 e 7,64, estando na escala entre nem gostei/nem desgostei e gostei moderadamente, apresentando desse modo uma boa aceitação sensorial, com notas superiores ou iguais a cinco. Tal pontuação, assemelha-se ao trabalho de Silva et al. (2022) ao incorporar farinha de subprodutos (casca e semente) de uva Isabel a iogurte probiótico de leite de cabra que obteve na escala hedônica para aceitação sensorial “gostei ligeiramente” a “gostei muito”.

Observa-se que para o atributo aparência dos iogurtes F2, F3 e F4 não houve diferença estatísticas entre as médias ( $p > 0,05$ ), assim, segundo os julgadores para esses atributos nas amostras de iogurte F3 e F4 que foram adicionadas da polpa mista em pó liofilizada sem e com maltodextrina, respectivamente, apresentaram taxas de aceitabilidade tão altas quanto à amostra F2 que foi adicionada da polpa integral.

Os iogurtes F2, F3 e F4 não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre si em relação à cor, assim, afirma-se que visualmente os iogurtes adicionados dos pós da polpa mista liofilizada apresentam-se semelhantes ao iogurte adicionado da polpa integral, indicando que a

secagem por liofilização do ponto de vista sensorial não alterou a cor da polpa integral, diferentemente do processo de secagem em camada de espuma que afetou o atributo de cor do pó e consequentemente obteve o menor escore neste atributo. Todavia, a formulação controle F1 foi a que obteve a maior pontuação, tal circunstância também foi relatada por Silva et al. (2022) ao fortificar iogurte com extrato seco de semente de guaraná (*Paullinia cupana*), onde a cor branca do iogurte tradicional foi a preferida pelos provadores.

A textura é um atributo de extrema importância em iogurtes, neste atributo as amostras F2, F3 e F4 não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre si, mas diferiram das demais formulações F1 (controle) e F5. Pode-se observar que para esse atributo as formulações, exceto a F5, adicionadas da polpa mista seja integral ou em pó não apresentaram diferença para os julgadores mostrando que a utilização da polpa em pó não afetou e/ou desagradou em termos de textura o produto.

Com relação ao atributo odor houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias, mostrando que os julgadores perceberam o odor característico da polpa mista tanto na forma integral quanto em pó foi em todas as amostras em relação ao iogurte controle (F1), verificando-se que mesmo em menor concentração foi suficiente para promover mudança no odor. Dieb et al. (2015) avaliaram iogurtes adicionados de 7% de polpa de graviola em pó obtido pelo método de secagem em camada de espuma, relatando que a menor média obtida em sua análise sensorial foi para o atributo odor (6,4) e a maior média foi atribuída para o atributo textura (7,5), obtendo boa aceitação pelos julgadores.

Para o atributo sabor verificou-se que o iogurte controle (F1) obteve os maiores escores seguido das amostras F2 e F4. A equivalência entre F2 e F4 provavelmente se deve de acordo com Ribeiro et al. (2016) em que a utilização de adjuvantes como a maltodextrina no processo de liofilização de polpas de frutas garante a obtenção de um pó com alta solubilidade e sabor adocicado. Adicionados com polpa mista em pó liofilizada sem utilização de aditivos e polpa mista em pó seca por camada de espuma, respectivamente, obtiveram os menores escores. As notas mais baixas dadas pelos julgadores provavelmente ocorreram pelo fato da menor solubilidade e sabor mais ácido da polpa mista em pó no iogurte, deixando o mesmo com aspecto azedo e sensação arenosa, propiciando menor satisfação de consumo do que às demais formulações. Tal característica, possivelmente, também se deve a forma manual que os pós foram introduzidos nos iogurtes não oferecendo uma boa dispersão dos mesmos.

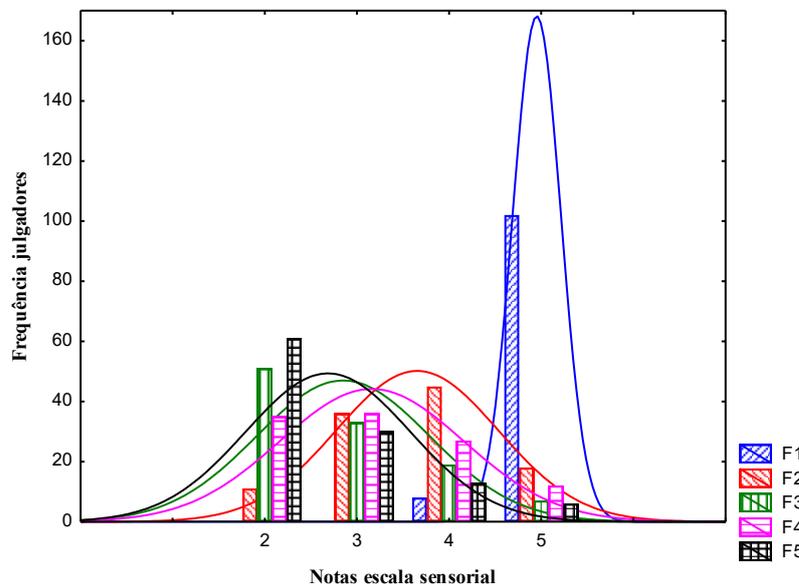
Senadeera et al. (2018) observaram que, exceto para o atributo textura no qual o iogurte controle obteve o maior escore, para os demais atributos avaliados os maiores escores foram

para os iogurtes adicionados de polpas de frutas, devido a presença dos açúcares naturais das polpas de frutas que agradou aos julgadores.

Seguindo o comportamento da maioria dos atributos, a impressão global, tida como uma avaliação geral dos atributos estudados verificou-se que o iogurte F1 teve os maiores escores, seguido das amostras F2 e F4 e sem diferença significativa F3 e F5 ( $p < 0,05$ ).

A intenção de compra avalia a intenção dos julgadores em adquirir o produto que está sendo avaliado, caso o mesmo estivesse disponível no comércio. A Figura 1 ilustra os resultados para a intenção de compra das amostras de iogurte, com a distribuição de frequência das notas de acordo com a escala utilizada para avaliação.

**Figura 01:** Histograma de frequência para intenção de compras



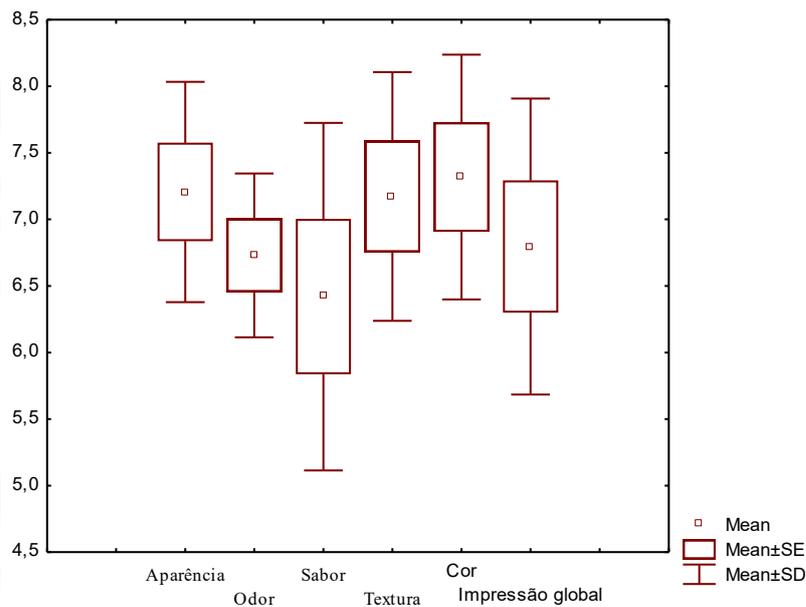
Observa-se que a amostra F1 obteve a maior concentração de notas 5, correspondente a “certamente compraria”, seguida das amostras F2, F4, F3 e F5. Para a nota 4, correspondente a “provavelmente compraria” a maior concentração de notas esteve para as formulações F2 e F4. As amostras F3 e F5 obtiveram a maior concentração de notas 2 correspondente a “provavelmente não compraria”. Com isso, observa-se que está condizente ao que foi observado na avaliação dos atributos sensoriais os iogurtes F1, F2 e F4 destacam-se dentre as demais formulações e caso sejam comercializados seriam bem aceitos pelo público uma vez que detiveram a melhor intenção de compras pelos julgadores.

Ranadheera et al. (2012) relataram que a adição de polpa de frutas integral ao iogurte pode levar a uma maior aceitabilidade do consumidor, o que também foi verificado por Şengül

et al. (2012) que observaram maior aceitabilidade para o iogurte que continha polpa de fruta integral.

Para analisar a distribuição dos dados sensoriais, foi obtido o gráfico Box plot que pode ser observado na Figura 2.

**Figura 02:** Gráfico box plot para os atributos analisados na análise sensorial Mean = média; Mean±SE = média±erro padrão; Mean±SD = média±desvio padrão

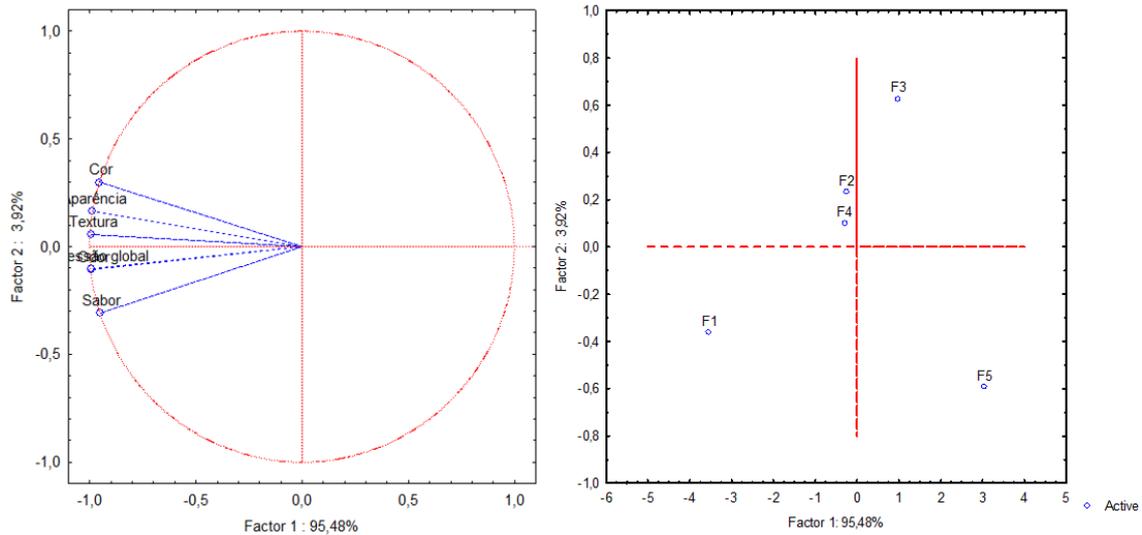


Verificam-se algumas informações a respeito do centro dos dados em relação à média ou mediana e a amplitude dos dados para os valores máximo e mínimo. Através da média e do desvio padrão verifica-se a variabilidade dos dados em torno da média. E com a média e o erro padrão, verifica-se o intervalo de confiança. O atributo sabor obteve a menor média e o atributo cor foi o que obteve a maior média entre as amostras analisadas. Com relação à variabilidade das notas, os atributos sabor e impressão global apresentaram maiores variabilidades e, conseqüentemente, maiores valores de desvio padrão. O atributo odor obteve menor variabilidade e menores valores para o desvio padrão.

Na Figura 3 observa-se o gráfico da Análise de Componentes Principais (ACP), cada amostra de iogurte é representada por um ponto, em que o mesmo representa o valor médio atribuído pela equipe sensorial. Amostras que apresentam similaridade ocupam regiões próximas no gráfico e são caracterizadas pelos vetores (atributos) que se apresentam mais próximos a elas. Observa-se que as formulações apresentam características sensoriais distintas, pois se encontram situadas em quadrantes diferentes, exceto as formulações F2 e F4 que

estavam no mesmo quadrante.

**Figura 03:** Bidimensional da Análise de Componentes Principais (ACP) dos atributos sensoriais das amostras de iogurte concentrado



A maior parte das variações que ocorreram entre as amostras foi explicada pelo Componente Principal 1 (95,48%), no entanto quando avaliada e associada ao Componente Principal 2 observou-se que os dois componentes explicaram 99,4% das informações contidas nos valores médios das sensoriais, isto significa que a variabilidade entre as formulações pode ser praticamente explicada utilizando esses dois eixos. Observa-se que a formulação F2 e F4 foram discriminadas das demais formulações quanto à aparência, textura e cor enquanto a formulação F1 (controle) foi discriminada pelo sabor e impressão global. Não foi exposta por nenhum dos atributos sensoriais, a formulação F3 e F5, estas se encontram distantes dos atributos no espaço vetorial e em quadrantes opostos, indicando uma correlação negativa em relação aos atributos sensoriais. Apesar de não serem discriminadas por nenhum atributo sensorial, as formulações F3 e F5 obtiveram uma boa aceitação sensorial, no entanto, apresentaram menores escores em todos os atributos avaliados não sendo as formulações preferidas dos julgadores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na avaliação sensorial todos os iogurtes testados tiveram notas iguais ou superiores a cinco indicando boa aceitação sensorial, com destaque para os iogurtes F2 e F4; que também

tiveram a melhor intenção de compra. Pode-se concluir que a adição da polpa de jambolão e acerola integral e na forma de pó, de dois processos de secagem, possui potencial para utilização na elaboração de iogurtes concentrados, comprovando boa alternativa para a indústria de gelados comestíveis.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007**. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 24 de outubro de 2007, Seção 1.
- CARVALHO, A.V.; MATTIETTO, R.A.; BECKMAN, J.C. Estudo da estabilidade de polpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 20, e2016023, 2017.
- DAS, K.; CHOUDHARY, R.; THOMPSON-WITRICK, K. A. Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt. **Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie**, v. 108, p. 69-80, 2019.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.058>
- DIEB, J. T.; GURGEL, C. M.; DANTAS, T. P.; MEDEIROS, M. F. D. Secagem da polpa de graviola pelo processo foam-mat e avaliação sensorial do produto obtido. **Tecnologia e informação**, v. 2 n. 2, p. 1-9, 2015.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4 ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2013. 531 p.
- FENG, C.; WANG, B.; ZHAO, A.; WEI, L.; SHAO, Y.; WANG, Y.; CAO, B.; ZHANG, F. Quality characteristics and antioxidante activities of goat milk yogurt with added jujube pulp. **Food Chemistry**, v. 277, p. 238-245, 2018.
- JØRGENSEN, C. E.; ABRAHAMSEN, R. K.; RUKKE, E.-O.; HOFFMANN, T. K.; JOHANSEN, A.-G.; SKEIE, S. B. Processing of high-protein yoghurt: A review. **International Dairy Journal**, v. 88, p. 42-59, 2018.
- JAFARI, S. M.; GHALENOEI, M. G.; DEHNAD, D. Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice powder. **Powder Technology**, v. 311, p. 59-65, 2017.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2017.01.070>
- KAPOOR, S.; RANOTE, P. S. Antioxidant components and physico-chemical characteristics of jamun powder supplemented pear juice. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, p. 2307-2316, 2016.
- KÖRZENDÖRFER, A.; HINRICHS, J. Manufacture of high-protein yoghurt without generating acid whey: impact of the final pH and the application of power ultrasound on texture properties. **International Dairy Journal**, v. 99, 104541, 2019.

MAESTRI, B.; HERERRA, L.; SILVA, N. K.; RIBEIRO, D. H. B.; CHAVES, A. C. S. D. Avaliação do impacto da adição de inulina e de maçã em leite fermentado probiótico concentrado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 1, p. 58-66, 2014.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. London: CRP Press, 1991, 287 p.

MOHAMED, A. G.; EL-SAYED, H. S.; MEHANNA, N. S.; EL-SHIBINY, S. Extending the shelf-life of labneh by use of Papaya seeds extract. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, v. 7, n. 5, p. 2050-2058, 2016.

NEMZER, B.; VARGAS, L.; XIA, X.; SINTARA, M.; FENG, H. Phytochemical and physical properties of blueberries, tart cherries, strawberries, and cranberries as affected by different drying methods. **Food Chemistry**, v. 262, p. 242-250, 2018.

NOGUEIRA, G. D. R.; SILVA, P. B.; DUARTE, C. R.; BARROZO, M. A. S. Analysis of a hybrid packed bed dryer assisted by infrared radiation for processing acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) residue. **Food and Bioproducts Processing**, v. 114, p. 235-244, 2019.

PAN, L. H.; LIU, F.; LUO, S. Z.; LUO, J. Pomegranate juice powder as sugar replacer enhanced quality and function of set yogurts: structure, rheological property, antioxidant activity and *in vitro* bioaccessibility. **LWT – Food Science and Technology**, v. 115, 108479, 2019.

PANGHAL, A.; KAUR, R.; JANGHU, S.; SHARMA, P.; SHARMA, P.; CHHIKARA, N. Nutritional, phytochemical, functional and sensorial attributes of *Syzygium cumini* L. pulp incorporated pasta, **Food Chemistry**, v. 289, p. 723-728, 2019.

QADRI, O. S.; SRIVASTAVA, A. K.; YOUSUF, B. Trends in foam mat drying of foods: special emphasis on hybrid foam mat drying technology. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, n. 10, p. 1667–1676, 2019.

RIBEIRO, L. C.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A. Hygroscopic behavior of lyophilized acerola pulp powder. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 269-274, 2016.

SANTOS, E. F.; ARAÚJO, R. R.; LEMOS, E. E. P.; ENDRES, L. Quantificação de compostos bioativos em frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) e Cajá (*Spondias mombin* L.) nativos de Alagoas. **Revista de Ciências Agrícolas**, v. 16, n. 1, p. 21-29, 2018.

SENADEERA, S. S.; PRASANNA, P. H. P.; JAYAWARDANA, N. W. I. A.; GUNASEKARA, D. C. S.; SENADEERA, P.; CHANDRASEKARA, A. Antioxidant, physicochemical, microbiological, and sensory properties of probiotic yoghurt incorporated with various *Annona* species pulp. **Heliyon**, v. 4, n. 1, p. 1-18, 2018.

SERAGLIO, S. K. T.; SCHULZ, M.; NEHRING, P.; DELLA BETTA, F.; VALESE, A. C.; DAGUER, H.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; COSTA, A. C. O. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food Chemistry**, v. 239, p. 649-656, 2018.

SHORI, A. B.; RASHID, F.; BABA, A. S. Effect of the addition of phytomix-3+ mangosteen

on antioxidant activity, viability of lactic acid bacteria, type 2 diabetes key-enzymes, and sensory evaluation of yogurt. **LWT-Food Science and Technology**, v. 94, p. 33-39, 2018.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, M. P.; MESQUITA, M. S.; RUBIO, F. T. V.; THOMAZINI, M.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Fortification of yoghurt drink with microcapsules loaded with *Lactocaseibacillus paracasei* BGP-1 and guaraná seed extract. **International Dairy Journal**, v. 125, 105230, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105230>

SILVA, F. A.; QUEIROGA, R. C. R. E.; SOUZA, E. L.; VOSS, G. B.; BORGES, G. S. C.; LIMA, M. S.; PINTADO, M. M. E.; VASCONCELOS, M. A. S. Incorporation of phenolic-rich ingredients from integral valorization of Isabel grape improves the nutritional, functional and sensory characteristics of probiotic goat milk yogurt. **Food Chemistry**, v. 369, 130957, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130957>

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CÁLICE, FOLHAS, SEMENTES E CÁPSULAS DO HIBISCO (*HIBISCUS SABDARIFFA* L.)

Mariana Alencar da Macena Viana<sup>1</sup>; Maria Olívia dos Santos Oliveira<sup>2</sup>; Eduardo Ramirez Asquieri<sup>3</sup>; Glêndara Aparecida de Souza Martins<sup>4</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.43-55>

### RESUMO

O presente estudo tem como objeto apresentar a caracterização físico-química do cálice, sementes e cápsulas e folhas de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) a fim de informar a população sobre o valor nutricional das porções da planta, produzida de forma orgânica no estado de Goiás. E a partir disso, incentivar o aumento do seu consumo, processamento e comercialização. As porções do hibisco foram coletadas “*in natura*” na chácara da Associação dos Agricultores Familiares de Bela Vista, localizada em Bela Vista de Goiás. As amostras (base seca) de cálices, sementes + cápsulas e folhas foram avaliados quanto ao pH, acidez titulável, umidade, teor de proteína, teor de lipídeos, cinzas, e seu valor energético total. Os resultados das análises em todas as porções avaliadas variaram para pH 1,85 – 5,6, acidez titulável 0,97 – 2,87 (g de ácido cítrico/ 100mL), umidade 56,9 – 86,21%, proteína 3,1 – 17,46%, lipídeos 0,3 – 3,97%, cinzas 1,45 – 6,1%, carboidratos 4,02 – 15,57%, valor energético total 78,05 – 167,85 Kcal. Os cálices e sementes com cápsulas, apresentaram características adequadas para constituição de dietas especiais e como fonte alternativa de proteína. Portanto, a utilização de PANCs como matéria-prima para a elaboração de produtos e consumo fresco, além de gerar renda ao pequeno produtor agrega valor nutricional.

**Palavras-Chave:** *Hibiscus Sabdariffa* L., Compostos bioativos, Plantas Alimentícias não convencionais, Alimentos orgânicos.

### INTRODUÇÃO

A aceitação de um produto alimentar é determinada não apenas por suas características, mas também pelo papel relevante de fatores extrínsecos. A atribuição de valores saudáveis e sustentáveis e a classificação de um produto como orgânico influenciam positivamente as impressões dos consumidores sobre um alimento (RAMONA; IRINA; JONAS, 2016; PEDERSEN; ASCHEMANN-WITZEL; THOGERSEN, 2018; PAMBO et al., 2018; HARRI et al., 2020).

Diante disso, um grupo de plantas vem ganhando notoriedade entre os consumidores de alimentos sustentáveis, são as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs). De acordo com Padilha e colaboradores (2020), PANC é o termo utilizado para destacar o produto no qual seu consumo pode não ser comum em determinada região, desta forma, são plantas ou partes de plantas, que apesar de serem comestíveis, não são utilizadas frequentemente pela população

<sup>1</sup> Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, mariana.alencar@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, oliviamaria@discente.ufg.br

<sup>3</sup> Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, asquieri@gmail.com

<sup>4</sup> Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, glendarasouza@mail.uft.edu.br

como alimento. Ou seja, PANCs são plantas que não são consumidas porque grande parte da população não tem informação se podem ou não, ou porque faziam parte da alimentação no passado, mas foram substituídas por alimentos com maior interesse comercial ao longo dos anos (IDEC, 2021).

Dentre as PANCs está o *Hibiscus sabdariffa* L., conhecido popularmente como vinagreira, caruru-azedo, azedinha, caruru-da-guiné, azedada-guiné, quiabo-azedo, quiabo-roseo, quiabo-roxo, rosela, rosélia, groselha, quiabo-de-angola, groselheira. O hibisco é uma espécie vegetal da família Malvaceae, proveniente da África Oriental, e foi introduzido no Brasil pelos escravos (PANIZZA, 1997; RAMOS et al. 2011; BEN-ERIK, 2014).

Cada parte do hibisco pode ser usada como alimento ou para fins medicinais. Nos últimos anos, muitos benefícios para a saúde foram documentados, incluindo atividades nefro e hepato-protetoras, renais/diuréticas, anticolesterol, anti-hipertensivas, antidiabéticas, hipolipidêmicas, anticâncer e antioxidantes (CARVAJAL-ZARRABAL et al., 2012; HOPKINS et al., 2013; GUARDIOLA; MACH, 2014; DA-COSTA-ROCHA et al., 2014; PETER et al., 2017; HERRANZ-LOPEZ et al., 2017; PIMENTEL-MORAL et al., 2018; AMAYA-CRUZ et al., 2019; SÁYAGO-AYERDI, 2021). Recentemente, os extratos do cálice e flores tem sido associado a diminuição do risco e tratamento de doença de Parkinson e doença de Alzheimer (BEGUM; YOUNUS, 2018; SEUNG et al., 2018; ADDOR; COTTA; MELO, 2018; EL-SHIEKH et al., 2020).

As propriedades terapêuticas do *Hibiscus sabdariffa* L. foram atribuídas aos compostos bioativos, principalmente aos compostos fenólicos e ácidos orgânicos, como ácido cítrico, ácido de hibisco, ácido hidroxicítrico, ácido protocatecuico, antocianinas (PIOVESANA et al., 2019). Além dos compostos fenólicos, existem outras substâncias de interesse presentes em porções do *Hibiscus sabdariffa* L. A composição nutricional do Hibisco foi estudada em diferentes ocasiões e vários compostos com capacidade nutricional foram encontrados na planta como proteínas, lipídios, vitaminas, fibras e aminoácidos. A porcentagem e/ou quantidade desses compostos diferem de acordo com a variedade do hibisco, local em que foi produzida e condições de cultivo (IZQUIERDO-VEGA et al., 2020). Mas, a literatura não apresenta nenhum estudo relacionado a espécie cultivada no Brasil e suas formas de uso, potenciais, compostos nutricionais, antinutricionais e bioativos.

Nesse sentido, as porções do hibisco exibem propriedades atraentes à indústria farmacêutica e alimentícia, como ingredientes naturais a serem incorporados em produtos alimentares (por exemplo, como um ingrediente multifuncional) e indústrias farmacêuticas (por exemplo, como um corante natural e pelas suas propriedades bioativas) (RIAZ; CHOPRA,

2018). E ainda, apresenta potencial para diversificação de cardápios, agrega valor a alimentos pobres nutricionalmente e, ainda, é uma alternativa de fonte de renda familiar, a partir da venda de partes das plantas *in natura* e de produtos processados, bem como, através do turismo, rural ou gastronômico.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objeto apresentar a caracterização físico-química do cálice, sementes e cápsulas e folhas de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) a fim de informar a população sobre o valor nutricional das porções da planta, produzida de forma orgânica no estado de Goiás. E a partir disso, incentivar o aumento do seu consumo, processamento e comercialização

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs)

Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), são espécies nativas, exóticas ou naturalizadas, cujas folhas, flores, raízes ou caules são comestíveis, mas não usualmente utilizadas na alimentação humana (KINUPP; LORENZI, 2007). As PANCs podem ser entendidas ainda como todas as plantas que não são convencionais no cardápio habitual ou não são produzidas em sistemas convencionais (agricultura industrial ou convencional), designadas também como plantas alimentícias da agrobiodiversidade (BRACK, 2018). Alguns termos usados para se referir a elas são: “alimentos da fome”(BHANSALI, 2011); “plantas alimentares alternativas”(KINUPP; BARROS, 2004); “plantas selvagens comestíveis”(UPRETY et al., 2012); “vegetais não convencionais” ou “vegetais tradicionais” (BRASIL, 2010); e “plantas para o futuro”(CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011).

Os autores Kinupp e Lorenzi (2014) propõem o uso de outra expressão que refere-se às espécies alimentares que tem uma ou mais partes com potencial alimentar e sem uso comum (TERRA; VIERA, 2019). Esse termo se refere a plantas que geralmente não tem valor de mercado ou só são comercializados em pequena escala (KINUPP; LORENZI, 2014).

De acordo com Medeiros e colaboradores (2021), o termo PANC refere-se a plantas ou parte de plantas que servem como alimento humano, cujo potencial nutricional é desconhecido e subutilizado pela maioria da população, dessa forma são partes de alimentos, as quais não são consumidas diariamente em uma determinada área, região ou país (DE MEDEIROS et al., 2021; KINUPP; LORENZI, 2014) Flores, sementes, folhas, botões e outras partes incomuns dessa categoria de plantas, tem recebido atenção devido ao seu potencial nutricional, sendo utilizadas na gastronomia (DE MEDEIROS et al., 2021; TULER; PEIXOTO; SILVA, 2019) podendo ser consumidas *in natura* ou após algum preparo no cozimento (KINUPP; LORENZI, 2014).

As PANCs são plantas comestíveis desconhecidas ou pouco utilizadas na alimentação humana, comumente hortaliças nativas, encontradas em calçadas, terrenos abandonados e até mesmo monoculturas comerciais, abrangendo a maior parte das plantas alimentícias silvestres, cuja comercialização geralmente constitui uma fonte adicional de renda para pequenos agricultores e extrativistas (BARBOSA et al., 2021; BIONDO et al., 2018; DE MEDEIROS et al., 2021; KINUPP; DE BARROS, 2007).

As PANCs são fontes alimentares que se desenvolvem em ambientes naturais sem a necessidade de abertura de novas áreas de aplicações de insumos (NARCISA-OLIVEIRA et al., 2018), sendo importantes componentes de alimentação de várias pessoas ao redor do mundo. Sua popularização tem potencial de contribuir para a diversificação dos alimentos, o que costuma aumentar a diversidade de nutrientes da dieta, além dos benefícios à saúde, essas plantas estão isentas do uso de agrotóxicos e fertilizantes o que é especialmente importante em países que mantêm um consumo significativo desses alimentos, como é o caso do Brasil. (DE MEDEIROS et al., 2021; TERRA; VIERA, 2019).

### ***Hibiscus Sabdariffa* L.**

Conhecido popularmente como vinagreira, rosela, caruru-azedo, azedinha, caruru-da-guiné, azedada-guiné, quiabo-azedo, quiabo-róseo, quiabo-roxo, rosela, rosélia, groselha, quiabo-de-angola, groselheira, o hibisco é uma espécie vegetal da família Malvaceae, proveniente da África Oriental, e foi introduzido no Brasil pelos escravos (PANIZZA, 1997; RAMOS et al. 2011; BEN-ERIK, 2014).

Arbusto de ciclo anual, o hibisco pode atingir mais de 1,80 m de altura, é pouco ramificado e com a forma de taça de tonalidade vermelha (MACCALEBE, 1998), observa-se a figura 1. Cultivado em regiões tropicais e subtropicais, a flor é simples, sésil e axilar. A corola é composta por cinco sépalas de intensa coloração vermelha em forma de cone, que forma o cálice. Na base do cálice, está o calículo ou o pequeno cálice disposto em círculo (CASTRO et al., 2004). A cápsula deiscente é o fruto que possui aspecto aveludado e cerca de 2 cm de comprimento, abrigando as sementes (MAHADEVAN; SHIVALI; PRADEEP, 2009). O hibisco é alimento funcional nos países da Ásia, e o interesse econômico está nos cálices desidratados, utilizados mundialmente para a produção de bebidas, alimentos (D'HEUREX-CALIX; BADRIE, 2004), conservantes (LIU; TSAO; YIN, 2005) e antioxidantes (WANG et al., 2000).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), por meio da Portaria nº 519, de 1998 (BRASIL, 1998), considera que as flores do hibisco podem ser consumidas como

chá, preparadas por meio de infusão ou decocção. Já as sementes do fruto do *Hibiscus sabdariffa* L. surgem como subproduto concomitante ao cultivo em larga escala e a exploração comercial da planta (VILCHE; GELY; SANTALLA, 2003).

**Figura 1.** *Hibiscus sabdariffa* L. a. Ocorrência naturalizada em ambiente antropizado. b. Detalhe do cálice carnosos no fruto e folhas 3-lobadas. c. Flor jovem com pétalas róseas e glândulas no cálice. d. Detalhe da flor. e. Cálice decíduo no fruto. f. Fruto com sementes visíveis.



**Fonte:** Coelho e Amorim (2019).

O uso da flor de hibisco, que é rica em antioxidantes (basicamente a antocianina e vitamina C) também podem proporcionar benefícios para saúde, como melhora no processo de filtragem renal (efeito diurético), além de efeito hipolipidêmico, hipoglicêmico, ação sobre a hipertensão e proliferação de células cancerígenas, entre outros (MACIEL et al., 2012; PETER et al., 2017; PIMENTEL-MORAL et al., 2018).

O cálice é a parte de maior interesse, são utilizados frescos ou desidratados são utilizados para o preparo de bebidas quentes ou frias, geleias, gelatinas, licores, vinhos, xaropes,

podins, bolos, cremes, sobremesas, e ainda como corantes e aromatizantes (RHIAZ; CHOPRA, 2018).

O interesse nessa planta cresce devido aos extratos de hibisco apresentarem elevada quantidade de compostos fenólicos, como antocianinas, ácidos orgânicos, esteróides, terpenóides, polissacarídeos (SAYAGO-AYERDI et al, 2007; RAMOS et al., 2011; GIBIS et al., 2014; KALLA et al., 2015), além de alto teor de vitamina C,  $\beta$ -caroteno, licopeno e outros antioxidantes solúveis em água (DUKE E ATCHLEY, 1984; WONG ET AL., 2002).

## **METODOLOGIA**

### **Obtenção das matérias-primas**

O hibisco foi coletado “*in natura*” na chácara da Associação dos Agricultores Familiares de Bela Vista, localizada em Bela Vista de Goiás (Latitude: 16° 58' 22" S, Longitude: 48° 57' 12" W) entre julho e agosto de 2021. Após a obtenção, foram transportados para o Laboratório Cinética e Modelagem de Processos da Universidade Federal do Tocantins, campus Palmas.

O cálice, flor e folhas utilizados, passaram por processo de higienização, lavados em água corrente e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 200 ppm e posterior enxágue. Os cálices foram divididos em pétalas e as sementes do interior retiradas. As pétalas do cálice, as flores e as folhas foram conduzidas à estufa de circulação a ar, na temperatura de 50°C até que estivessem secas. Após secagem, foram trituradas em moinho para se obter uma granulometria fina. Por fim, foram acondicionadas em sacos plásticos e estocadas em freezer à -18°C até o uso.

### **Caracterização físico-química**

Para a caracterização do cálice, flor e folhas da PANC foi conduzido um delineamento inteiramente casual simples (DIC) em duplicata, com 3 repetições cada.

### **Composição proximal**

Foram realizadas análises para composição proximal (umidade, cinzas, proteína, carboidratos, lipídeos e fibra alimentar). Todas as análises foram realizadas conforme metodologia proposta pela AOAC (2012)

Para determinar a umidade foi utilizado o método gravimétrico de aquecimento da amostra em estufa a 105 °C até o peso constante. O teor de proteína bruta será obtido pelo processo de digestão Kjeldahl seguida de destilação e titulação da amostra e a conversão de nitrogênio total em proteína serão realizadas utilizando o fator 6,25. Teor de lipídeos totais

foram determinados por Soxhlet. As cinzas serão determinadas por meio da carbonização da amostra em chapa elétrica com posterior incineração em mufla a 550 °C. Os carboidratos totais foram calculados por diferença. Já o valor energético de acordo com Atwater (1896).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados da caracterização físico-química e composição proximal do cálice, semente e folha do hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.).

**Tabela 01:** Caracterização físico-química e composição proximal do cálice, semente+cápsulas e folha do hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) em base seca.

Variáveis	Cálice	Semente + cápsulas	Folha
pH	1,85 ± 0,03	5,6 ± 0,0	3,34 ± 0,0
Acidez titulável (g de ácido cítrico/100 mL)	2,87 ± 0,09	0,97 ± 0,02	1,30 ± 0,01
Umidade (%)	79,8 ± 1,22	56,9 ± 0,78	86,21 ± 2,34
Proteína (%)	10,59 ± 0,45	17,46 ± 0,58	3,1 ± 0,65
Lipídeos (%)	1,09 ± 0,05	3,97 ± 0,12	0,3 ± 0,03
Cinzas (%)	2,5 ± 0,75	6,1 ± 1,43	1,45 ± 0,15
Carboidratos (%)	4,02 ± 0,0	15,57 ± 0,0	8,94 ± 0,0
Valor energético Total (Kcal)	78,05	167,85	96,86

Fonte: Própria (2022).

Os valores de pH encontrados neste estudo indicam o cálice e folha tendendo para o ácido. Com relação a acidez titulável, a amostra de cálice e folha obtiveram um valor de acidez alto, o que era esperado, tendo em vista a grande concentração de íons H<sup>+</sup> dissolvidos na amostra, ou seja, estas porções do hibisco apresentam sabor ácido confirmado pela análise de pH anterior. Tais resultados são importantes para as determinações de deterioração dos alimentos por meio de microrganismos contaminantes (BATT, 2016), uma vez que patógenos alimentares não contaminam alimentos com menores valores de pH e maiores valores de acidez, se mostram mais eficazes para prolongamento da vida útil de alimentos.

As amostras analisadas exibiram um alto conteúdo de umidade, destacando-se os valores encontrados no cálices e folhas de hibisco que apresentaram 79,8 e 86,21 % respectivamente. Dessa forma, altos valores de umidade refletem na garantia e qualidade do produto, pois quanto maior este parâmetro, maiores são as condições favoráveis para a deterioração devido o ataque de microrganismos contaminantes. Logo, a utilização de técnicas pós colheita adequadas, cuidados no manuseio, transporte e armazenamento são de grande importância para minimizar perdas (BENJAMIN, 2019).

O hibisco, conforme apresentado (Tab. 1), mostra-se como sendo um alimento rico em proteínas, principalmente na semente e cápsulas. As proteínas desempenham um papel fundamental na dieta humana devido às suas propriedades biofuncionais (POJIĆ et al., 2018). Nesse sentido, a exploração de fontes alternativas de proteínas torna-se necessária, e tem sido cada vez mais valorizada, tanto por atenderem às necessidades de consumo de novos consumidores como veganos, vegetarianos e flexitarianos (FASOLIN et al., 2019), quanto pela versatilidade, custos acessíveis e menores impactos ambientais (SÁ et al., 2020). Estima-se que, em 2054, cerca de 1/3 do total de proteína consumida será de origem vegetal (HENCHION et al., 2017).

Os lipídios são moléculas altamente energéticas e, geralmente, aparecem em quantidades baixas em frutas e hortaliças. Os teores de lipídeos presentes no cálice, semente+cápsulas e folhas de hibisco, apresentam respectivamente 1,09 g/100g, 3,97 g/100g, 0,3 g/100g. As sementes de hortaliças são uma fonte original de gorduras e vitaminas lipossolúveis, ambas importantes na dieta humana. O extrato etéreo ou lipídeos é um macronutriente fundamental na dieta pois é responsável por fornecimento de energia e outros nutrientes essenciais que estão ligados à membrana celular, como vitaminas lipossolúveis A, K, E, D, carotenoides e ácidos graxos (CHEN et al., 2013). Os lipídios ricos em bioativos e atividade antioxidante podem fornecer certos benefícios à saúde humanos quando consumidos em quantidades apropriadas, eles podem estimular o sistema imunológico, reduzir a inflamação, melhorar a saúde óssea, as funções dos olhos e do cérebro, reduzir as doenças coronárias e atuar como antioxidantes e anticancerígenos (VÁSQUEZ et al., 2019).

As porcentagens de cinzas encontradas neste estudo apresentaram-se altos na amostra semente + cápsulas. Esse teor indica a quantidade de minerais da amostra, mostrando que as sementes e cápsulas do hibisco são ricas em macronutrientes (VERONEZI, 2011). Demonstrando a importância do aproveitamento de resíduos dos alimentos e porções das plantas, geralmente não consumidos.

Os teores de carboidratos para os cálices, sementes e folhas indicaram um baixo percentual, o que influencia no baixo valor energético, ou seja, o consumo de 100g de cada porção contribui pouco na manutenção de energia para o corpo, sendo necessário um maior consumo. Mas os resultados são interessantes para o consumo em dietas que necessitam o menor aporte calórico, uma vez que apresenta valor nutricional excelente, principalmente no teor de proteínas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados demonstrados, conclui-se que o cálice, sementes com cápsulas e folhas de *Hibiscus sabdariffa* L (hibisco) produzidos de forma orgânica no centro-oeste do Brasil possuem altos teores de umidade, proteínas, bem como baixos teores de lipídeos e carboidratos. Os cálices se destacaram quanto ao elevado teor de proteínas, baixo teor de lipídeos, carboidratos e valor calórico, características adequadas para constituição de dietas especiais. Os cálices e as sementes+cápsulas apresentaram alto teor de proteína, sendo uma fonte alternativa de proteína, atendendo às necessidades de consumo de novos consumidores como veganos, vegetarianos e flexitarianos.

Tais achados reforçam a proposta de utilização de PANCs como matéria-prima para a elaboração de novos produtos e estimulam a realização de mais estudos para comprovar seu potencial benéfico à saúde.

## REFERÊNCIAS

- AMAYA-CRUZ, Diana et al. Comparison of the bioactive potential of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) calyx and its by-product: Phenolic characterization by UPLC-QTOF MSE and their anti-obesity effect in vivo. **Food Research International**, v. 126, p. 108589, 2019.
- ANVISA. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde. **AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA**, v. 1990, p. 1–12, 2019.
- AOAC, 2012. AOAC INTERNATIONAL Methods Committee Guidelines for Validation of Microbiological Methods for Food and Environmental Surfaces. AOAC® Standards Development ©2012 AOAC INTERNATIONAL ALL RIGHTS RESERVED.
- ARBOS, K.A.; FREITAS, R.J.S.; STERTZ, S.C.; DORNAS, M.F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 30(2):501-506, 2010.
- ATWATER, P. D.; CHAS. D. WOODS, B. . **The chemical composition of American Food Materials.**, 1896.
- BAHADORI et al. The health benefits of three Hedgenettle herbal teas (*Stachys byzantina*, *Stachys inflata*, and *Stachys lavandulifolia*) - profiling phenolic and antioxidant activities. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 36, n. 101134, 2020.
- BARBOSA, A. F. et al. Microbiological and sensory evaluation of Jambu (*Acmella oleracea* L.) dried by cold air circulation. **Food Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 24–29, 2016.
- BARBOSA, D. M. et al. Does the label ‘unconventional food plant’ influence food acceptance by potential consumers? A first approach. **Heliyon**, v. 7, n. 4, 2021.

BHANSALI, R. R. Famine foods of Rajasthan Desert. **Desert Plants**, v. 27, n. 2, p. 17–20, 2011.

BIONDO, E. et al. Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari,RS. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 4, n. 1, p. 61–90, 2018.

BRACK, PAULO. Plantas Alimentícias Não Convencionais (Panc). **XXI I Congresso Brasileiro de Nutrologia**, v. 11, 2018.

BRASIL. Hortaliças não-convencionais: (tradicionalis). **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, p. 52, 2010.

BRASIL. Lei nº 11.947 de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. Diário Oficial da União 2009.

BURITY et al. **O Direito Humano à Alimentação Adequada e o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. [s.l: s.n.].

CARVAJAL-ZARRABAL, O .; BARRADAS-DERMITZ, DM; ORTA-FLORES, Z .; HAYWARD-JONES, PM; NOLASCO-HIPOLITO, C .; AGUILAR-USCANGA, MG; MIRANDA-MEDINA, A .; BUJANG, KB. Hibiscus sabdariffa L., roselle calyx, from ethnobotany to pharmacology. **J. Exp. Pharmacol.** 25–39, 2012.

CASTANHA, N. et al. Structure and properties of starches from Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 117, p. 1029–1038, 2018.

CHEN, B.; MCCLEMENTS, D.J.; DECKER, E.A. Design of Foods with Bioactive Lipids for Improved Health. **Annu. Rev. Food Sci. Technol.** 4, 35–56, 2013.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas pra o futuro. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial Plantas para o Futuro - Região Sul**, p. 934, 2011.

DE MEDEIROS, P. M. et al. Local knowledge as a tool for prospecting wild food plants: experiences in northeastern Brazil. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1–14, 2021.

EMBRAPA. PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCS). **TECNOLOGIAS PARA AGRICULTURA FAMILIAR**, 2018.

FASOLIN, L.H.; PEREIRA, R.N.; PINHEIRO, A.C.; MARTINS, J.T.; ANDRADE, C.C.P.; RAMOS, O.L.; VICENTE, A.A. Emergent food proteins – Towards sustainability, health and innovation **Food Res. Int.**, v. 125 n. 6, 2019, Article 108586.

GUARDIOLA, S.; MACH, N. Therapeutic potential of Hibiscus sabdariffa: A review of the scientific evidence. **Endocrinol. Nutr.** 61, 274–295, 2014.

GHAZALA RIAZ, R. C. Hibiscus sabdariffa L. (roselle) belonging to the Malvaceae family is widely grown in many countries. This plant is often used in the traditional medicine being

rich in phytochemicals like polyphenols especially anthocyanins, polysaccharides and organic acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 102, n. 0753–3322, p. 575–586, 2018.

HARRI, L., PITTERI, P., MERJA, L., MARJO, S., & SAMI, K. Get some respect – buy organic foods! When everyday consumer choices serve as prosocial status signaling, *Appetite*, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666318318063>, Acesso em 29 abr 2021.

HENCHION, M.; HAYES, M.; MULLEN, A.M.; FENELON, M.; TIWARI, B. Future protein supply and demand: **Strategies and factors influencing a sustainable equilibrium Foods**, v. 6, n. 7, pp. 1-21, 2017.

HERRANZ-LOPEZ, M.; OLIVARES-VICENTE, M.; ENCINAR, JA; BARRAJON-CATALAN, E.; SEGURA-CARRETERO, A.; JOVEN, J.; MICOL, V. Multi-Targeted Molecular Effects of Hibiscus sabdariffa Polyphenols: An Opportunity for a Global Approach to Obesity. **Nutrients**, 9, 907, 2017.

HEMMERLING, S. O. Organic food labels as a signal of sensory quality. insights from a cross-cultural consumer survey, 57-59, 2013.

HOPKINS, A.L.; LAMM, M.G.; FUNK, J.L.; RITENBAUGH, C. Hibiscus sabdariffa L. in the treatment of hypertension and hyperlipidemia: A comprehensive review of animal and human studies. **Fitoterapia** 85, 84–94, 2013.

IMANI, A., et al. *Seed Sci Technol*. 39, 204-207, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. IDEC. PANCs: saiba o que são e porque podem ajudar a tornar seu prato mais variado, 2021. Disponível em: <<https://idec.org.br/consultas/dicas-e-direitos/plantas-alimenticias-no-convencionais-saiba-o-que-so-e-porque-podem-ajudar-a-tornar-seu-prato-mais-variado>> Acesso em 08 mai 2021.

KENNEDY O. PAMBO, J. J., & KENNEDY O. PAMBO, JULIUS J., R. J. The role of product information on consumer sensory evolution, expectations, experiences and emotions of cricket-flour-containing buns. **Food Research International**, 532-541, 2018.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, 2014.

KINUPP, V.F.65877 - Plantas alimentícias não convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS. 2007. Tese 562 f., Faculdade de Agronomia. Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Leal, M. L., Alves, R. P., & Hanazaki, N. (2018). Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 14(1), 1-9.

LIBERAL, Â. et al. Chemical Features and Bioactivities of *Lactuca canadensis* L., an Unconventional Food Plant from Brazilian Cerrado. p. 1–11, 2021.

LIBERATO et al. PANCs - PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS E SEUS

BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS. **Environmental Smoke**, v. 2, n. 2, p. 102–111, 2019.

LOURENO, E. L. B. et al. Screening for in vivo (anti)estrogenic and (anti)androgenic activities of *Tropaeolum majus* L. and its effect on uterine contractility. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 141, n. 1, p. 418–423, 2012.

LOVERA, M. et al. Pyrodextrinization of yam (*Dioscorea* sp.) starch isolated from tubers grown in Brazil and physicochemical characterization of yellow pyrodextrins. **Carbohydrate Polymers**, v. 242, n. May, p. 116382, 2020.

MELO, A. C. et al. Hydroethanolic extract of *Tropaeolum majus* promotes anxiolytic effects on rats. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 28, n. 5, p. 589–593, 2018.

NARCISA-OLIVEIRA, J. et al. Plantas Alimentícias Não Convencionais ( PANCs ) no Município de Campo Grande / MS : Conhecimento Popular , Consumo e Comércio Introdução O alimento e a alimentação anunciam as condições do padrão de sociedade a que eles aludem . O alimento , em função de. p. 1–10, 2018.

NORHAIZAN, M. E., & NOR FAIZADATUL AIN, A. W. Determination of phytate, iron, zinc, calcium contents and their molar ratios in commonly consumed raw and prepared food in Malaysia. **Malaysian journal of nutrition**, 15(2), 2009.

OLIVEIRA, A. P. D., & NAOZUKA, J. Iron species and proteins distribution in unconventional food plants. **Brazilian Journal of Food Technology**, 24, 2021.

MILIÃO, G. L. et al. Unconventional Food Plants: nutritional aspects and perspectives for industrial applications. **Future Foods**, p. 100124, 2022.

PADILHA, M.R.F et al. Plantas Alimentícias Não Convencionais presentes em Feiras Agroecológicas em Recife: Potencial Alimentício. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64928-64940, 2020.

PAMBO, K. O., JULIUS J. OKELLO, ROBERT M. MBECHÉ, JONH N. KINYURU, & MOHAMMED H. ALEMU. The role of product information on consumer sensory evaluation, expectations, experiences and emotions of cricket-flour-containing buns. **Food Research International**, 532-541, 2018.

PEDERSEN, S., ASCHEMANN-WITZEL, J., & THOGERSEN, J. Consumers' evaluation of imported organic food products: The role of geographical distance,. **Appetite**, 130, 2018.

PIOVESANA, A.; RODRIGUES, E.; NOREÑA, C. P. Z. Composition analysis of carotenoids and phenolic compounds and antioxidant activity from hibiscus calyces (*Hibiscus sabdariffa* L.) by HPLC-DAD-MS/MS. **Phytochemical Analysis**, v. 30, n. 2, p. 208-217, 2019.

PRADA, M.; GARRIDO, M.V.; RODRIGUES D. Lost in processing? Perceived healthfulness, taste and caloric content of whole and processed organic food **Appetite**, 2017.

RAMONA, T., IRINA , D., & JONAS, N. (2016). Some like it organic, some like it purple and some like it ancient: Consumer preferences and WTP for value-added attributes in whole

grain bread. *Food Quality and Preference*, 244-254.

RIAZ, Ghazala; CHOPRA, Rajni. A review on phytochemistry and therapeutic uses of *Hibiscus sabdariffa* L. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 102, p. 575-586, 2018.

RODRIGUES, G. DE M. et al. Antimicrobial activity and gc-ms profile of copaiba oil for incorporation into xanthosoma mafaffa schott starch-based films. *Polymers*, v. 12, n. 12, p. 1–19, 2020.

SÁYAGO-AYERDI, S. G. et al. Bioconversion of polyphenols and organic acids by gut microbiota of predigested *Hibiscus sabdariffa* L. calyces and *Agave* (*A. tequilana* Weber) fructans assessed in a dynamic in vitro model (TIM-2) of the human colon. *Food Research International*, v. 143, p. 110301, 2021.

SOUZA, H. DE A. et al. Capacidade antioxidante de flores de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.). *Revista Ponto De Vista*, v. 9, n. 1, p. 73–84, 2020.

TERRA, S. B.; VIERA, C. T. R. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): levantamento em zonas urbanas de Santana do Livramento, RS. *Ambiência*, v. 15, n. 1, p. . 112–130, 2019.

TULER, A. C.; PEIXOTO, A. L.; SILVA, N. C. B. DA. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, v. 70, 2019.

UPRETY, Y. et al. Diversity of use and local knowledge of wild edible plant resources in Nepal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 8, 2012.

## UTILIZAÇÃO DE INHAME E MARACUJÁ PARA A FORMULAÇÃO DE SORVETE ARTESANAL VEGANO

### USE OF YAM AND PASSION FRUIT FOR THE FORMULATION OF VEGAN ARTISANAL ICE CREAM

Danyelle Andrade Mota<sup>1</sup>; Mayara Jordana Rodrigues dos Santos<sup>2</sup>; Ângela Melo Silva<sup>3</sup>; Jucimara Silva<sup>4</sup>; Acenini Lima Balieiro<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.56-75>

#### RESUMO

O sorvete é apreciado por pessoas de todas as idades devido ao seu efeito refrescante. Nesse cenário, a demanda por sorvetes veganos, saudáveis e atrativos, representa uma escolha de uma grande variedade de consumidores. No presente estudo, o objetivo foi desenvolver um sorvete vegano à base de inhame e leite de coco em diferentes concentrações, aromatizado com polpa de maracujá, analisando as características físico-químicas e sensoriais das formulações. As duas formulações (F1 e F2) estudadas, F1 com 50 g de leite de coco e 90 g de purê de inhame e F2 com 70 g de leite de coco e 70 g de purê de inhame, apresentaram teste de fusão semelhante e superação de 18,1% e 4,6%, respectivamente. O sorvete apresentou uma grande aceitabilidade perante os provadores e uma grande intenção de compra, devido aos seus aspectos sensoriais terem sido bem aceitos. No entanto, todos os atributos (cor, aroma, sabor, textura, impressão geral, cremosidade e arenosidade) avaliados em F2 foram considerados acima de 7 na escala hedônica de 9 pontos e taxas de aceitação acima de 80%, exceto textura (78,8%). Isso permite afirmar que a utilização de inhame e maracujá na elaboração de sorvetes pode ser uma alternativa para agregar valor comercial a essas matérias-primas locais, necessitando de mais estudos.

**Palavras-Chave:** inhame, maracujá, sorvete vegano.

#### ABSTRACT

Ice cream is enjoyed by people of all ages due to its cooling effect. In this scenario, the demand for vegan ice creams, which are healthy and attractive, represents a choice of a wide variety of consumers. In the present study, the purpose was to develop a vegan ice cream based on yam and coconut milk in different concentrations, flavored with passion fruit pulp, analyzing the physicochemical and sensory characteristics of the formulations. The two formulations (F1 and F2) studied, F1 with 50 g of coconut milk and 90 g of yam puree and F2 with 70 g of coconut milk and 70 g of yam puree, showed similar melting test and overrun of 18.1% and 4.6%, respectively. The ice cream presented a great acceptability before the tasters and a great purchase intention, due to its sensorial aspects having been well accepted. However, all attributes (color, flavor, taste, texture, overall impression, creaminess and sandiness) evaluated in F2 were considered above 7 on the 9-point hedonic scale and acceptance rates above 80%, except for texture (78.8%). This allows us to affirm that the use of yam and passion fruit in the preparation of ice cream can be an alternative to add commercial value to these local raw materials, requiring further studies.

**Keywords:** yam, passion fruit, vegan ice cream.

#### INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia tem enfrentado desafios como alimentar a população crescente e simultaneamente reduzir os impactos ambientais (Konstantas, Stamford e Azapagic, 2019). Nesse sentido, um estilo de vida baseado em comportamentos pró-ambientais possibilita ao

<sup>1</sup> Doutora em Biotecnologia Industrial, Universidade Tiradente - UNIT, [danyelle.mota@hotmail.com](mailto:danyelle.mota@hotmail.com)

<sup>2</sup> Bacharel em Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe – UFS - Campus Sertão, [rodriguesmayara715@gmail.com](mailto:rodriguesmayara715@gmail.com)

<sup>3</sup> Bacharel em Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe – UFS - Campus Sertão, [angela19@academico.ufs.br](mailto:angela19@academico.ufs.br)

<sup>4</sup> Bacharel em Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe – UFS - Campus Sertão, [jucimarasilva@academico.ufs.br](mailto:jucimarasilva@academico.ufs.br)

<sup>5</sup> Doutora em Engenharia de Processos, Universidade Federal de Sergipe – UFS - Campus Sertão, [acenini.balieiro.ufs@gmail.com](mailto:acenini.balieiro.ufs@gmail.com)

consumidor aderir a uma dieta *plant based* (Krizanova *et al.*, 2021; Vanga e Raghavan, 2018). Outra questão importante é a busca por uma alimentação mais nutritiva e saudável que tem impulsionado o desenvolvimento de alimentos enriquecidos e que ofereçam benefícios à saúde. Fatores como alergias a produtos de origem animal ou escolhas éticas, têm tentado as pessoas e a indústria alimentícia a esmiuçar a ideia de uma dieta baseada em vegetais e buscar algumas alternativas no dia a dia (Krizanova *et al.*, 2021; Vanga e Raghavan, 2018).

Dentro do setor de alimentos, o sorvete é um dos itens mais populares em todo o mundo, mas devido ao seu alto teor de açúcares simples e lipídios, o consumo muitas vezes é limitado. Logo, fabricar alimentos com características nutricionais mais saudáveis é essencial para satisfazer a exigência das empresas que querem estar em sintonia com a tendência do mercado e atender às necessidades dos consumidores (Velotto *et al.*, 2021). Nesse cenário, a demanda por sorvetes veganos representa uma escolha de uma grande variedade de consumidores, não só por questões éticas, mas por ser considerado um produto saudável em relação ao sorvete à base de leite formulado com proteína animal. Os sorvetes veganos geralmente são feitos a partir de bebidas vegetais análogas ao leite, como amêndoa, coco, soja ou aveia (Bullock, Lahne e Pope, 2020; Velotto *et al.*, 2021).

Um número variado de pesquisadores científicos tem se concentrado no desenvolvimento de novas formulações de sorvetes para criar um produto mais saudável com adoçantes alternativos (Jardines *et al.*, 2020), com substituição do leite de vaca (Asres, Woldemariam e Gemechu, 2022), com adição de componentes prebióticos (Silva, da *et al.*, 2020), entre outros. Entretanto, apesar da literatura relatar o uso de inhame como base para produção de sorvete (Almeida *et al.*, 2019; Borchardt *et al.*, 2019; Dantas *et al.*, 2020; Ferreira, Zacarias e Ravazzani, 2020), em muitas formulações não é usado especificamente o leite de coco, e/ou uso da polpa do maracujá do mato para saborizar o mesmo.

O inhame (*Dioscorea spp.*) é um tubérculo com grande importância socioeconômica para a região Nordeste do Brasil, sobretudo para os estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Maranhão e Sergipe, gerando renda principalmente aos produtores de base familiar (Noronha, 2014). Muitos estudos vêm sendo realizados visando o armazenamento da farinha de inhame, na produção de pães, no preparo de massas e como produto processado. Há também uma indicação da utilização do inhame como alimento alternativo para celíacos e na de aplicação na indústria de alimentos (Brito *et al.*, 2011; Dantas *et al.*, 2020; Noronha, 2014).

Já o maracujá (*Passiflora cincinnata* Mast.) é um fruto pertencente à família Passifloraceae, conhecido no Brasil como maracujá-do-mato, maracujá-mochila ou maracujá-tubarão. Sua grande resistência à seca, doenças e pragas, é a razão pela qual o fruto se

desenvolve em diversos tipos de solos da região semiárida. Além de possuir natureza perene, apresenta grande período de florescimento e versatilidade, podendo ser utilizados no consumo direto ou como matéria-prima na, na indústria química, indústria farmacêutica, suplementação da alimentação animal ou na indústria de alimentos (Monte e Santos, 2021; Santos *et al.*, 2021).

Nesse contexto, o desenvolvimento de novos produtos alimentícios se torna cada vez mais desafiador, à medida que procura atender à demanda dos consumidores, especialmente veganos, por produtos que sejam saudáveis e atrativos. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um sorvete vegano à base de inhame e leite de coco em diferentes concentrações, saborizado com polpa do maracujá do mato, analisando as características físico-químicas e sensoriais das formulações, valorizando as matérias-primas locais no município de Nossa Senhora da Glória-Se.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### VEGANISMO E VEGETARIANISMO

As dietas vegetarianas e veganas têm se tornado cada vez mais populares nos últimos anos por diversos motivos. Uma dieta vegetariana consiste predominantemente em alimentos de origem vegetal (cereais, vegetais, tubérculos, oleaginosas, frutas) e tende a excluir qualquer tipo de carne, peixe ou produto ou subproduto animal. A dieta vegetariana pode ser dividida em vários subgrupos: ovo-vegetariano (inclui ovos), ovolactovegetariano (inclui ovos e laticínios) e lactovegetariano (inclui laticínios) (Fontes, Rodrigues e Ferreira-Pêgo, 2022). As dietas flexitarianas ou semi-vegetariana são outro tipo de vegetarianismo, embora sejam menos rigorosas em relação ao consumo de carne e peixe (Derbyshire, 2017).

A dieta vegana é a mais rigorosa, pois não são consumidos alimentos de origem animal (incluindo mel) (Fontes, Rodrigues e Ferreira-Pêgo, 2022). Indivíduos que seguem uma dieta vegana normalmente se preocupam não apenas com o que comem, mas também com questões ambientais e de proteção animal. As dietas vegetarianas tornaram-se cada vez mais populares, em parte porque têm sido associadas a muitos benefícios à saúde quando comparadas às dietas onívoras (Krizanova *et al.*, 2021). Os alimentos nessas dietas são tipicamente ricos em fibras, fitoestrógenos, antioxidantes, fitoquímicos, ácidos graxos e pobres em colesterol e gordura saturada, supostamente contribuindo para a redução do risco de doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade, entre outros (Krizanova *et al.*, 2021; Vanacore *et al.*, 2018).

Relatórios recentes apoiam a alegação de que uma dieta vegetariana bem equilibrada pode estar associada a um bom índice de massa corporal (Derbyshire, 2017). Essas dietas também têm sido associadas a uma ampla gama de resultados nutricionais, metabólicos e de

saúde benéficos (Bakaloudi *et al.*, 2021). Seu potencial terapêutico para tratar a obesidade tem sido sugerido (Derbyshire, 2017). No entanto, apesar dessas associações, ainda há muita controvérsia relacionada a esse tipo de dieta e sua verdadeira eficiência e segurança. Baixos níveis de vitamina B12 e o aumento da homocisteína sérica são preocupações frequentemente levantadas (Derbyshire, 2017; Vanacore *et al.*, 2018). Assim, torna-se cada vez mais importante compreender os benefícios para a saúde que uma dieta vegetariana pode trazer, especialmente os lançamentos de produtos à base de ingredientes vegetais conhecidos pelo termo inglês *plant based*.

### **ALIMENTOS E DIETA *PLANT BASED***

Uma transformação global em direção a sistemas alimentares sustentáveis é crucial para cumprir as metas de mitigação das mudanças climáticas. O conceito de dieta baseada em plantas (DBP) (do inglês *Plant-Based Diet*) não tem uma definição consensual. Alguns estudos sugerem que o consumo de produtos de origem animal deve ser reduzido mas não excluído, o que é evidente nas opções de uso de alimentos como os ovos e os laticínios, ou até mesmo de pescado (alimentação pescetariana). Por outro lado, existe quem defenda que a DBP consiste na ingestão de frutas, produtos hortícolas, cereais integrais, frutos de casca rija, sementes, ervas e especiarias com total exclusão de produtos de origem animal, incluindo laticínios.

A DPB é um novo conceito de alimentação que vem crescendo em importância para a população global afetando diretamente o futuro da indústria de alimentos. (Lima *et al.*, 2021; Tuso *et al.*, 2013). McManus, um colaborador da Harvard Medical School afirma o seguinte: “Padrões alimentares à base de plantas ou à base de plantas concentram-se em alimentos principalmente de plantas. Isso inclui não apenas frutas e vegetais, mas também nozes, sementes, óleos, grãos integrais, legumes e feijões. Isso não significa que você é vegetariano ou vegano e nunca come carne ou laticínios. Em vez disso, você está escolhendo proporcionalmente mais alimentos de fontes vegetais” (Fehér *et al.*, 2020). Também deve ser acrescentado à definição acima que a dieta à base de plantas pode ser usada em todas as fases do ciclo de vida de um indivíduo (Melina, Craig e Levin, 2016).

A oferta de alimentos *plant based* (APB) é também observada no mercado brasileiro. Grandes redes nacionais de supermercados já apresentam em seu portfólio produtos feitos de plantas como alternativas aos produtos lácteos e aos cárneos, como bebidas à base de amêndoas, alimento tipo “iogurte” de soja, hambúrguer, almôndegas e “carne” moída vegetal. Empresas de *fast food* também estão incluindo em seus cardápios adaptações de seus produtos para versões feitas de plantas (Maciel Neto *et al.*, 2020).

A história das dietas à base de plantas remonta a centenas de anos. No entanto, essas dietas tornaram-se difundidas hoje em dia, um fenômeno que pode ser atribuído à consciência de saúde se tornando cada vez mais popular. Esses hábitos alimentares, no entanto, não podem ser considerados dietas da moda, porque a maioria deles foi elaborada com base em fatos científicos (Fehér *et al.*, 2020; Melina, Craig e Levin, 2016). A redução do consumo de carne tem sido ainda mais intensificada pelo crescente número de flexitarianos (uma dieta essencialmente vegetariana mas com inclusão ocasional de carne ou peixe) (Lima *et al.*, 2021).

A capacidade de manter hábitos alimentares à base de plantas é influenciada por vários motivos. Fatores pessoais (hábitos e feedback físico) e as características da rede social (familiares ou conhecidos vegetarianos, grupos organizados de defensores dos direitos dos animais, os que atuam na proteção ambiental e os interessados em saúde) desempenham um papel crucial nesse aspecto. A disponibilidade dos ingredientes de uma dieta baseada em vegetais também é considerada essencial (em lojas e restaurantes). No geral, pode-se concluir que um estilo de vida vegetariano é adequado para todos os tipos de atividades (trabalho intelectual, físico e esporte) e adequado para todas as idades, desde que bem planejado com antecedência e adequadamente sustentado posteriormente (Fehér *et al.*, 2020).

Uma dieta baseada em vegetais pode reduzir a gordura corporal e, portanto, o grau de obesidade. A diminuição da ingestão de gordura saturada também é considerada um importante benefício para a saúde das dietas vegetarianas. Ao realizar testes em humanos, os pesquisadores demonstraram que os indivíduos que usavam uma dieta baseada em vegetais tinham níveis de albumina sérica com um efeito mais favorável em seu estado nutricional equilibrado do que aqueles que usavam uma dieta mista (Fehér *et al.*, 2020).

Outro ponto importante é que uma dieta baseada em vegetais tem um efeito positivo no bem-estar, permitindo a obtenção de paz e contentamento (Fehér *et al.*, 2020). Judge e Wilson (2015) realizaram uma pesquisa com estudantes universitários e apresentaram uma visão que simbolizava uma sociedade em 2050, onde os consumidores seguiam predominantemente dietas à base de plantas. Os resultados sugeriram que o vegetarianismo poderia promover uma diminuição na disfunção social. Indivíduos que adotam uma dieta baseada em vegetais geralmente gastam menos dinheiro em saúde e cuidados de saúde e, ao mesmo tempo, a qualidade de suas vidas melhora (Fehér *et al.*, 2020).

As DBP têm vindo rapidamente a ganhar popularidade à medida que os potenciais ou efetivos benefícios da sua adoção na saúde, no bem-estar e no humor do indivíduo, têm vindo a ser demonstrados. Entretanto, uma das maiores barreiras para uma dieta vegetariana é o prazer de comer carne e a dificuldade em abandoná-la (Fehér *et al.*, 2020). Logo, é importante a

fabricação de alimentos com características nutricionais mais saudáveis e que sejam atrativos para atender às necessidades dos consumidores. Nesse sentido, os sorvetes veganos representa uma escolha de uma grande variedade de consumidores.

## **SORVETE**

O sorvete é um produto lácteo congelado popular com bom gosto e sensação na boca. Ao longo dos anos, o sorvete foi subestimado devido à existência de outras sobremesas congeladas. Provavelmente, o primeiro grande passo na evolução do sorvete moderno veio com o desenvolvimento de processos de congelamento de água usando sal (ou salitre) e gelo, que foi descrito já em 1530 na Itália, mas não era utilizado para o congelamento de doces e misturas alimentares até meados do século XVII (Goff e Hartel, 2013).

O sorvete está incluído na categoria genérica de “gelados comestíveis”, os quais são denidos pela Agência de Vigilância Sanitária como produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas ou de uma mistura de água e açúcar, podendo ser adicionado outro(s) ingrediente(s) (BRASIL, 2005). O mesmo geralmente contém sete categorias de ingredientes: gordura, sólidos do leite não gordurosos (a principal fonte de proteína), adoçantes, estabilizantes, emulsificantes, água e aromas (Goff e Hartel, 2013).

Segundo a legislação brasileira (Brasil, 1999), portaria nº 379, os gelados comestíveis podem ser classificados de acordo com a composição básica em: sorvetes de creme, sorvetes de leite, sorvetes, sherbets, gelados de frutas ou sorbets e gelados. Enquanto que a classificação de acordo com o processo de fabricação pode ser: sorvetes de massa ou cremosos, picolés e produtos especiais gelados (Brasil, 1999).

A seleção de bons ingredientes, um correto balanceamento entre os componentes e a manipulação adequada são fatores de suma importância no processamento bem sucedido de qualquer alimento, garantindo-lhe sabor limpo, fresco e palatabilidade adequada (Goff e Hartel, 2013; Souza *et al.*, 2010). Como também, algumas características da mistura merecem atenção como custo, propriedades de manipulação (viscosidade, ponto de congelamento e taxa de aeração), sabor, corpo, textura, valor nutritivo, cor e palatabilidade (Souza *et al.*, 2010).

Sendo o gelado uma matriz complexa, a criação de uma nova formulação não se baseia apenas na utilização de ingredientes alternativos mas na capacidade de encontrar a combinação certa que conferem a melhor textura que pode variar de acordo com os processos de produção, o que determina em grande parte a aceitabilidade sensorial do produto (Bahramparvar e Tehrani, 2011; Goff e Hartel, 2013). O desenvolvimento de novos produtos alimentícios torna-se cada vez mais desafiador, à medida que procura atender à demanda dos consumidores por

produtos que, concomitantemente, sejam saudáveis e atrativos. Entre as novas formulações, a utilização de extratos vegetais como base para sorvetes vem sendo estudada (Góral *et al.*, 2018).

## **EXTRATO VEGETAL E PRODUÇÃO DE SORVETE**

A Resolução-RDC N° 272 de 2005 (Brasil, 2005) define os produtos vegetais como sendo os produtos obtidos a partir de partes comestíveis de espécies vegetais tradicionalmente consumidas como alimento, incluindo as sementes oleaginosas, que podem ser submetidos a um ou mais processos tais como: secagem, desidratação, cocção, fermentação, floculação, extrusão, congelamento e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podem ser apresentados com líquido de cobertura e adicionados de sal, açúcar, tempero ou especiaria e/ou outro ingrediente (Brasil, 2005).

O uso de extratos vegetais como matéria prima para a produção de alimentos é uma alternativa para substituir o leite de origem animal na elaboração de gelados comestíveis. Esses extratos são utilizados para se criar novos produtos com níveis reduzidos de lactose, o que tem sido um desafio para o comércio, mas também se mostra como uma oportunidade para movimentar a indústria, com intuito de atender diversos nichos de mercado. Indivíduos que tem intolerância à lactose possuem distúrbios em seu sistema digestivo, de maneira que não conseguem fazer digestão da lactose presente no sorvete a base de leite. O leite de coco pode ser uma opção para substituir o leite de vaca, uma vez que não possui a lactose, substância responsável pelo desconforto a pessoas que possuem intolerância ou são alérgicas (Carvalho e Coelho, 2009).

As formulações de sorvetes podem sofrer substituições além do leite de vaca. Ingredientes tradicionais utilizados na fabricação de sorvetes como gelatina, albumina e/ou proteínas do leite, podem ser substituídos por uma base vegetal. Dantas *et al.* (2020) estudaram uma nova formulação de sorvete a base de inhame e mamão para proporcionar ao consumidor um aporte nutricional e obtiveram boa aceitação por grande parte dos provadores.

Outra matéria-prima vegetal que pode ser usada na produção de sorvete é o maracujá. É uma fruta que pode ser consumida in natura, mas o seu peso econômico está mesmo nos processos industriais, como fabricação de suco integral, néctar e suco concentrado. Além dos produtos já citados acima, este fruto pode ser aproveitado de outras formas como em produção de geleias e sorvetes (Araujo *et al.*, 2014).

Silva *et al.* (2020) produziram um sorvete com adição de leite fermentado a base de kefir saborizado com geleia de maracujá. O kefir utilizado para a produção do sorvete substituiu com êxito o leite na formulação e a geleia produzida para acrescentar sabor ao produto apresentou grande aceitabilidade, já que proporcionou características ácidas ao produtos,

causando contraste entre os sabores, sendo agradável ao paladar (Silva *et al.*, 2020).

Sendo assim, o desenvolvimento de novos produtos proporciona a oferta de alimentos com maior valor agregado a partir de matérias-primas locais. Esse processo se dá por diferentes formas, como criação de produtos completamente novos ou modificação de formulação já existente, e com variadas finalidades, como melhorar as características tecnológicas, nutricionais ou sensoriais, reduzir custos, entre outros.

## **METODOLOGIA**

### **MATERIAIS**

A presente pesquisa apresenta uma natureza quali-quantitativa do tipo experimental. O trabalho foi desenvolvido de forma artesanal no município de Nossa Senhora da Glória-SE, respeitando o período de isolamento social em função da pandemia da Covid-19, com os pré requisitos necessários para todo processo de higienização durante o processo. As matérias-primas utilizadas na preparação do sorvete foram as seguintes: inhame, leite de coco, açúcar refinado (apropriado na área de gelateria e confeitaria), emulsificante Emustab®, estabilizante super Liga Neutra® (Duas Rodas) e a polpa do maracujá do mato. Sendo que, o inhame e o maracujá do mato utilizados no estudo foram provenientes da propriedade rural local. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local. Nas fases de elaboração e caracterização do gelado foram utilizados diversos materiais e utensílios de uso corrente doméstico, tais como materiais descartáveis, balança semi-analítica, liquidificador e freezer doméstico. Vale ressaltar que o inhame selecionado foi submetido ao congelamento para evitar o escurecimento enzimático até o momento da produção do sorvete. Como também, a polpa do maracujá do mato foi congelada para não perder suas propriedades nutricionais.

## **MÉTODOS**

### ***Elaboração do Purê de Inhame***

A elaboração do purê de inhame baseou-se nos estudos de Beltran, (2018), com adaptações. Os inhames sem rachadura ou manchas na superfície foram selecionados, sanitizados e congelados durante 2 dias, em seguida foram descascados e cozidos, em temperatura média ( $\cong 180$  °C), por aproximadamente 15 min. Após os inhames foram resfriados em água corrente e amassados manualmente com um utensílio doméstico.

### ***Desenvolvimento do Sorvete***

Preliminarmente foram realizados ensaios das formulações do sorvete vegano de inhame saborizado com maracujá do mato, a fim de adequar a melhor condição de acordo com as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) (Machado, Dutra e Pinto, 2015). Para isto foram escolhidas as formulações (F1 e F2) descritas na Tabela 01 com variação na quantidade de purê de inhame e leite de coco, de forma a se obter um sorvete com parâmetros satisfatórios em relação à cor, sabor, cremosidade e textura. Os demais ingredientes foram fixados.

**Tabela 01:** Composição das formulações (F1 e F2) do sorvete vegano à base de inhame saborizado com maracujá do mato.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>
Açúcar refinado	30 g	30 g
Leite de coco	50 g	70 g
Purê de inhame	90 g	70 g
Emulsificante	10 g	10 g
Estabilizante	5 g	5 g
Polpa do maracujá do mato	20 g	20 g

**Fonte:** Própria (2022).

Após a preparação do purê de inhame, pesou-se todos os ingredientes e, com o auxílio de um liquidificador, o leite de coco, o açúcar de confeitiro, o estabilizante e a polpa do maracujá foram misturados durante 5 minutos na velocidade mínima (1º batimento para F1 ou F2). Em seguida, a mistura foi adicionada em uma forma aço inoxidável para maturar por 4 horas no congelador na temperatura mínima. Posteriormente a maturação, a formulação foi acondicionada em uma batedeira e misturada por 5 min (2º batimento). Por fim, as formulações de sorvete foram acondicionados em potes plástico e congelados (-18 °C) em freezer doméstico até a análise sensorial.

### **Caracterização do Sorvete**

A caracterização das formulações foram realizadas a partir de análises de incorporação de ar (*overrun*) e tempo de derretimento (*melting test*) de acordo com Whelan *et al.* (2008) e Correia *et al.* (2008), respectivamente.

### **Perfil dos Consumidores e Análise Sensorial**

O perfil dos consumidores foi avaliado partir de um questionário com questões objetivas utilizando a plataforma *Google Forms*, como também foi realizada a análise de mercado com dados sobre o nível de conhecimento, quanto ao consumo de produtos veganos, como é

produzido um sorvete vegano e a frequência de consumo desses produtos. A partir dos questionários 45 consumidores não treinados participaram da análise sensorial, por meio do teste de aceitação, intenção de compra e o índice de aceitabilidade.

Os participantes desse experimento foram as pessoas próximas (família, vizinhos e amigos), respeitando o distanciamento social devido às circunstâncias da Covid-19 no próprio domicílio. Logo, alguns critérios foram avaliados como requisito para participação: os avaliadores não podiam apresentar nenhum sintoma de síndrome gripal, fraqueza, falta de paladar e os demais sentidos durante os último 15 dias.

As amostras foram fracionadas em porções de 25 gramas e estas distribuídos em copos descartáveis, previamente codificados com números de três dígitos, e servidos sequencialmente aos julgadores, sob o delineamento de blocos completos balanceados com relação à ordem de apresentação das amostras, sendo realizada em uma única sessão. Os participantes foram instruídos com relação ao uso de água entre as provas das amostras e sobre a ficha de respostas. As amostras de sorvete foram mantidas em freezer a 0 °C até o momento da análise sensorial.

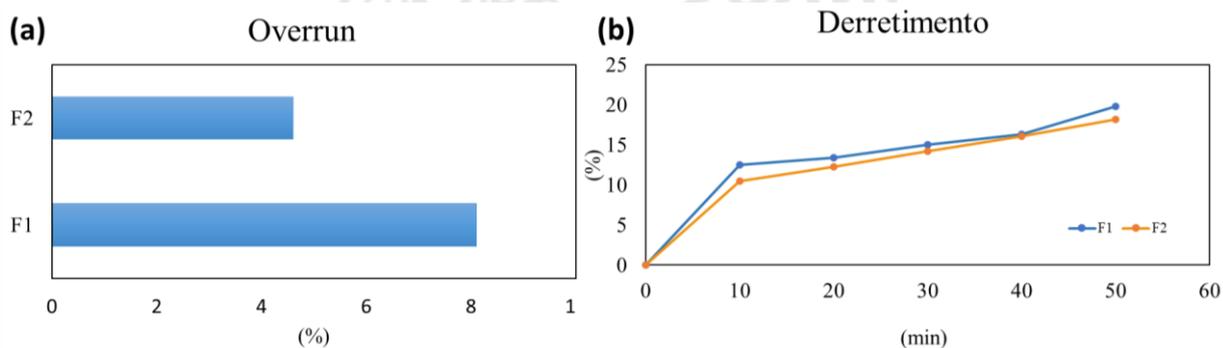
O teste de aceitação foi feito em relação aos atributos cor, aroma, sabor, textura, cremosidade, arenosidade e impressão global de cada amostra, utilizando uma ficha com escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de 1- “desgostei muitíssimo” a 9- “gostei muitíssimo”. Também foi aplicado um teste de intenção de compra do produto através de uma escala de cinco pontos (1- certamente não compraria a 5- certamente compraria). Já em relação a avaliação do índice de aceitabilidade foi considerado superior a 70%. A análise estatística dos resultados foi realizada com o Excel® 2010 (Microsoft®) para análise de variância (ANOVA), cálculo de médias por Tukey (5% de significância) e desvio padrão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### CARACTERIZAÇÃO DO SORVETE

A Figura 01 apresenta os dados da incorporação de ar (*overrun*) (a) e tempo de derretimento (*melting test*) (b) das formulações. A amostra que teve melhor resultado em relação ao overrun foi a formulação 1 (F1) com 50 g de leite de coco e 90 g de purê de inhame, apresentando um overrun de 8,1%, valor superior à formulação 2 (F2) com 70 g de leite de coco e 70 g de purê de inhame, que obteve 4,6%.

**Figura 01:** Dados do *overrun*) (a) e derretimento (*melting test*) (b) das formulações.



A quantidade de ar incorporado contribue diretamente com o rendimento, derretimento e textura dos sorvetes (Goff e Hartel, 2013). A baixa concentração de overrun pode ser explicada pelo conteúdo de fibras observados nas formulações com inhame. O sorvete torna-se pesado ou espumoso dependendo da incorporação de ar que ocorre na massa (*overrun*), quanto menos ar incorporado no processo de batimento, mais pesado, duro e ressecado ele ficará (Akbari, Eskandari e Davoudi, 2019; Goff e Hartel, 2013). Importante saber que a incorporação de ar em sorvetes artesanais produzidos, como o caso em estudo, com processos descontínuos, muitas vezes não ocorre uma homogeneização completa. A operação manual ocorre por bateladas, onde os volumes variam e os gelatos são congelados a pressão atmosférica, o que confere um produto mais pesado, com menor incorporação de ar em relação aos industriais.

Em relação à taxa de derretimento dos sorvetes, conforme a Figura 02a, as amostras apresentam um comportamento similar, sendo que a F1 nos primeiros 10 min mostrou levemente um maior pico de derretimento, com uma taxa total de 19,8% de sorvete derretido aos 50 min. Enquanto a F2 apresentou um percentual de 18,2% do sorvete derretido aos 50 min. Portanto, quanto maior a concentração de purê de inhame adicionado no sorvete, menor foi a estabilidade do gelado ao derretimento.

Dantas *et al.* (2020) acompanharam a velocidade de derretimento de sorvete a base de inhame e mamão enriquecido com fibras. Constatou-se que em 50 min em torno de 25% do sorvete derreteu, sendo que um tempo de aproximadamente 120 minutos para que a amostra fosse totalmente derretida. Diferentemente de um sorvete tradicional, essa amostra possui um conteúdo mais concentrado devido às matérias-primas utilizadas, assim, isso implica que para ocorrer um total derretimento dessa amostra é considerável que se leve bem mais tempo para que esse processo seja finalizado.

Aboufazli, Baba e Misran (2014) estudaram os efeitos da substituição do leite de vaca em sorvetes por soja, coco e leite composto (combinações de leite de coco ou de vaca com leite de soja). O uso de leite vegetal em substituição ao leite de vaca aumentou o pH e diminuiu a taxa de fusão. Os sorvetes contendo leite composto reduziram a taxa de derretimento, a

quantidade de água congelável, o tamanho das partículas e a aceitabilidade total dos sorvetes.

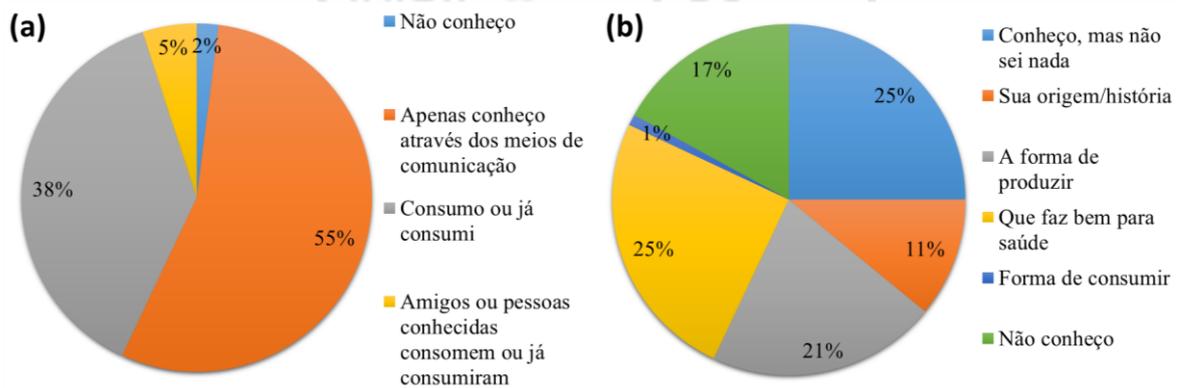
O efeito de derretimento em sorvetes sofre influência de fatores como as interações lipídicas, a cristalização da gordura, o tipo e a concentração dos emulsificantes, e o diâmetro dos glóbulos de gordura. A gordura do leite ou os óleos vegetais reduzem a difusividade térmica do sorvete para que a gordura possa atuar como isolante frente ao calor que penetra do perímetro no sorvete. Além disso, a gordura estabiliza as células de ar na estrutura do sorvete, causando uma melhor forma de retenção do sorvete durante o armazenamento e o consumo. Logo, os sorvetes com baixo teor de gordura têm propriedades de derretimento mais fracas em comparação com sorvetes com alto teor de gordura (Akbari, Eskandari e Davoudi, 2019).

## PERFIL DOS CONSUMIDORES

O estudo contou com a colaboração de 100 entrevistados do Alto Sertão Sergipano, sendo que em sua maioria do sexo feminino ( $n=85$ ; 85%) e 42,6% apresentavam-se entre a faixa etária de 20 a 25 anos. Apesar da pesquisa ter sido realizada a partir de estudo universitário, o nível de escolaridade graduação completa (38%) foi similar ao ensino médio completo (37%), já que a coleta de dados foi realizada com pessoas próximas, devido ao distanciamento social durante a pandemia. Apenas 3% dos entrevistados apresentaram mestrado ou ainda estão estudando, 10% possuem especialização e 12% apresentam doutorado.

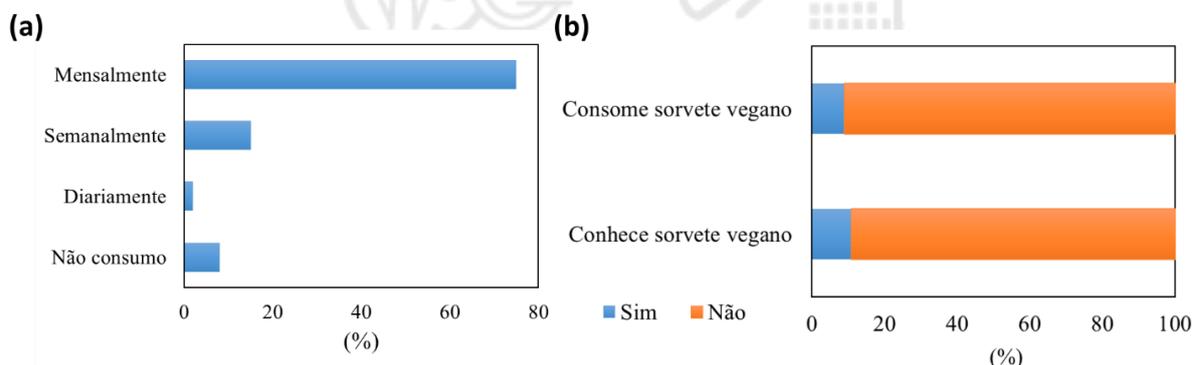
Os resultados referentes ao conhecimento dos entrevistados sobre produtos veganos e sua produção estão apresentados na Figura 02 (a,b). A maioria (55%) dos participantes afirmam conhecer produtos veganos apenas pelos meios de comunicação e 38% consome ou já consunuiu algum produtos desta categoria. Quando avaliado o conhecimentos sobre a produção dos alimentos veganos, 25% dos integrantes apenas afirmaram que os mesmos faziam bem para saúde e 21% apressentou conhecimentos sobre a forma de produção de produtos veganos.

**Figura 02:** Conhecimento dos entrevistados sobre produtos veganos (a) e a forma como os alimentos veganos são produzidos (b).



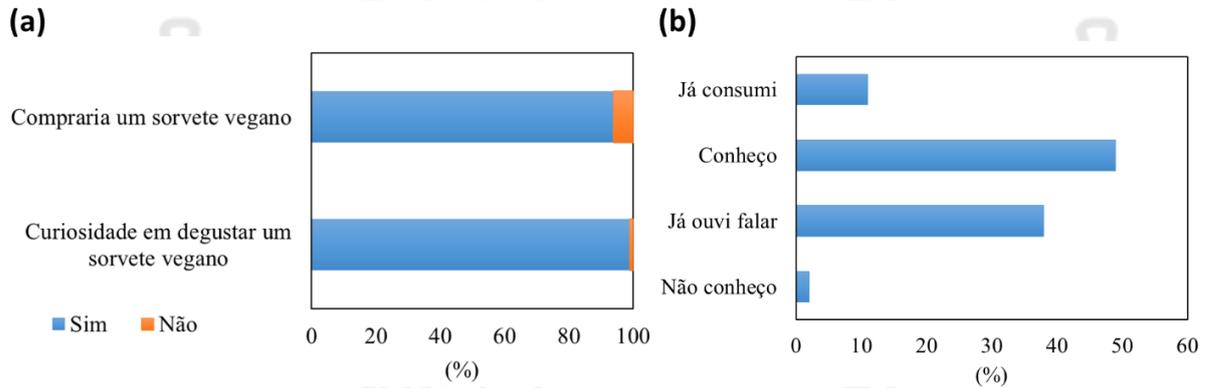
Na Figura 03 (a, b) pode ser observado o hábito de consumo dos indivíduos entrevistados, onde 75% afirmaram que consomem sorvete com uma frequência mensal, assim, é visto que diariamente esse produto é pouco consumido (a). Entretanto, apenas 11% conhecem o sorvete vegano e 9% já consumiu o mesmo (b).

**Figura 03:** Frequência que as pessoas consomem sorvetes (a), conhecimento dos participantes sobre algum tipo de sorvete vegano e hábito de consumir sorvetes veganos (b).



Apenas 1% dos entrevistados não apresentou curiosidade e interesse em degustar um sorvete vegano, sendo que 94% comprariam e preferem o gelato vegano (Figura 04 a). Quando questionados sobre o conhecimento e consumo de produtos feitos à base de vegetal, 49% dos participantes alegaram que conhecem e 11% já consumiram esse tipo de alimento (Figura 04 b).

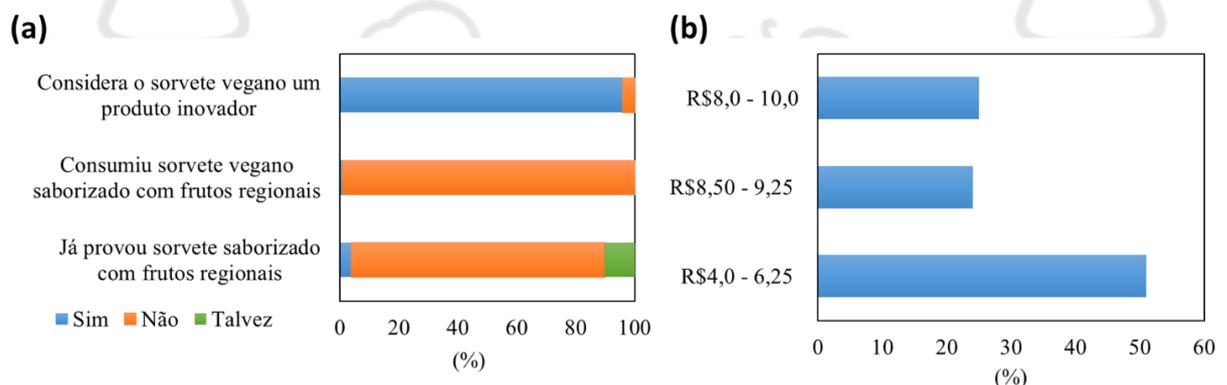
**Figura 04:** Curiosidade dos entrevistados em degustar um sorvete vegano e interesse de compra. Conhecimento e consumo dos entrevistados sobre produtos de origem vegetal.



Maior parte dos participantes (96%) consideraram o sorvete vegano como um produto inovador. Porém, quando a pergunta foi sobre o consumo de sorvete saborizado com frutos regionais, 10% apresentaram dúvidas quanto ao produto que já consumiu e apenas 4% apresentou certeza no consumo de gelato saborizado com frutas regionais. Em adição, quando foi especificado o consumo de sorvete vegano saborizado com frutos da região, 99% declararam que nunca consumiram (Figura 05 a).

A Figura 05b indica a intenção de possíveis preços do sorvete vegano a serem pagos pelo consumidor. A maioria dos entrevistados (51%) concordam que o valor entre R\$4,0 a R\$6,25 é acessível e justo para uma embalagem de 300g. A compra de um produto pode gerar a primeira dimensão que é o valor de aquisição, o qual ocorre quando o cliente acredita estar recebendo algum benefício pela compra. Em seguida, o cliente sente prazer por considerar que está obtendo a vantagem de um ótimo preço, surge o valor de operação. Depois, o cliente tem desperto o valor em uso que se refere à utilidade derivada do uso do produto. Por último, o valor de resgate que deriva do benefício decorrente da troca ou rescisão (Boksberger e Melsen, 2011).

**Figura 05:** Perfis dos entrevistados e opiniões sobre sorvete vegano como produto inovador e/ou saborizado com frutos regionais (a). Critério referente aos preços estabelecidos para o sorvete vegano no mercado.



## ANÁLISE SENSORIAL

As notas das duas formulações (F1 e F2) de acordo com cada critério de avaliação, obtidas através da escala hedônica, foram submetidas à análise de variância (ANOVA) por fator duplo sem repetição e teste de média de Tukey. Os resultados estão dispostos na Tabela 02.

**Tabela 02:** Média dos valores hedônicos do teste de aceitação com relação aos atributos avaliados.

Tratamento	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global	Creiosidade	Arenosidade
F1	7,58±1,54a	6,78±1,53a	6,76±0,97a	6,03±1,05a	7±0,79a	6,51±1,48a	6,27±1,19a
(IA%)*	84,2	75,3	75,1	66,7	77,8	72,3	69,7
F2	7,73±1,21a	7,21±1,76a	7,79±1,34b	7,09±0,95b	7,52±1,0b	7,51±1,07b	7,47±1,19b
(IA%)*	85,9	80,1	86,5	78,8	83,5	83,5	83,1

Médias seguidas da mesma na mesma coluna letra indicam que não diferem estatisticamente entre si a 5 % de significância pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

IA – Índice de Aceitação

A análise estatística demonstrou que houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias de aceitação de todos os atributos avaliados entre as F1 e F2 (Tabela 2), exceto para cor e aroma, o que demonstra que os percentuais usados de inhame não interferiram na aceitação.

Pode-se dizer que todas as amostras tiveram uma boa aceitação. Todos os atributos avaliados na F2 foram considerados acima de 7 na escala hedônica de 9 pontos e índices de aceitação acima de 80%, exceto para textura (78,8%). O atributo cor para F1 foi considerado por parte dos provadores como gostei moderadamente, recebendo média acima de 7, enquanto os parâmetros aroma e sabor foram avaliados com aproximadamente 7 na escala hedônica de 9 pontos. Esse fato é importante, pois a cor é o primeiro contato do consumidor com o produto e geralmente está associada à aparência esperada e independe da concentração de inhame, todas as formulações agradaram os provadores do teste. Desse modo, é um importante atributo, na medida em que influencia na aceitação ou rejeição do produto (Ramos *et al.*, 2021).

Já para textura, cremosidade e arenosidade da F1, os provadores a classificaram como gostei ligeiramente, recebendo média 6 na escala hedônica e uma média de 69,6% de índice de aceitação. Nesse caso, textura, cremosidade e arenosidade seriam pontos a serem estudado, para que fosse possível possibilitar um melhoramento nesse quesito, podendo assim, obter um produto mais próximo do aspecto da textura de um sorvete tradicional. Um fator que pode ter influenciado o provador na avaliação desses parâmetros seria a questão da quantidade de fibras que foram adicionadas e/ou a adição de algum outro ingrediente que possivelmente possa não ter se encaixado bem nesta formulação.

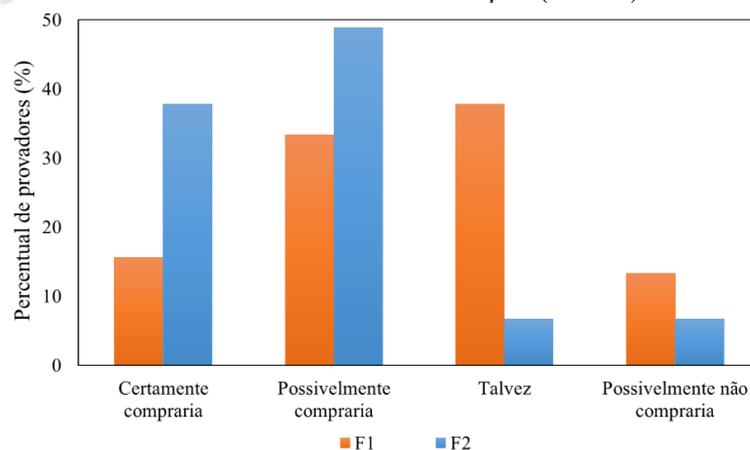
Quanto à impressão global dos produtos, os provadores o caracterizaram visualmente a

F1 e F2, de maneira geral como sendo gostei moderadamente, recebendo média de aproximadamente 7 na escala hedônica de 9 pontos para esse aspecto.

O teste de intenção de compra para as duas formulações (Figura 06), mostra uma preferência dos provadores pela formulação 2, a qual foi usada 70 g de leite de coco e 70 g de purê de inhame. Maior parte do participantes (49%) possivelmente comprariam o sorvete da F2, 38% certamente comprariam, 7% talvez comprasse e 7% provavelmente não comprariam. Já a formulação 1, com 50 g de leite de coco e 90 g de purê de inhame, apresentou menor intenção de compra, sendo que 38% talvez comprasse e apenas 16% apenas certamente compraria. Os dados de intenção de compra corroboram com o índice de aceitação encontrado para as duas formulações.

Dantas et al., (2020) elaboraram um sorvete a base de inhame e mamão enriquecido com fibras que apresentou uma boa intenção de compra dos provadores, sendo que 24% dos provadores certamente comprariam esse produto, 38% provavelmente comprariam, 31% talvez comprasse ou talvez não comprasse, 3% provavelmente não comprariam e 3% certamente não compraria. Esse produto e as formulações (F1 e F2) obtiveram uma boa aceitação por grande parte dos provadores, tornando assim, viável a sua comercialização.

**Figura 06:** Intenção de compra do sorvete a base de inhame saborizado com maracujá do mato de acordo com as diferentes formulações (F1 e F2).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de novos produtos é de fundamental importância para as empresas e os negócios, sendo assim uma chave para a sobrevivência e aprimoramento de produtos já existentes ou a criação de novos. Inovar não é apenas criar um novo e diferente produto, mas sim buscar a melhoria constante dos produtos existentes, descobrir novos métodos para a produção, novas matérias-primas para desenvolver novas formulações, criando tendências no

mercado e alternativas de produtos para os consumidores.

Nesse contexto, o sorvete à base de inhame saborizado com maracujá do mato tem um grande potencial para entrar no mercado de sorvetes, uma vez que, de acordo com o presente estudo, esse produto apresentou uma grande aceitabilidade diante dos provadores e uma grande intenção de compra, devido aos seus aspectos sensoriais terem sido bem aceitos. Dependendo do processamento ou formulação, os sorvetes obtiveram algumas notas maiores ou menores na avaliação sensorial. Isso permite afirmar que a utilização do inhame e maracujá na elaboração de sorvetes pode ser uma alternativa de agregar valor comercial a essas matérias-primas locais, sendo necessário mais estudos.

## REFERÊNCIAS

ABOULFAZLI, F.; BABA, A. S.; MISRAN, M. Effect of vegetable milks on the physical and rheological properties of ice cream. **Food Science and Technology Research**, v. 20, n. 5, p. 987–996, 2014.

AKBARI, M.; ESKANDARI, M. H.; DAVOUDI, Z. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 86, p. 34–40, 1 abr. 2019.

ALMEIDA, L. *et al.* SORVETE VEGANO COM EMULSIFICANTE DE LINHAÇA. **FAG JOURNAL OF HEALTH – EDIÇÃO ESPECIAL ANAIS XIII SEMANA DA NUTRIÇÃO E III NUTRINDO SABERES**, p. 51, 2019.

ARAUJO, J. M. DE *et al.* COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA ACEROLA, MANGA, CARAMBOLA E MARACUJÁ. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer** -, v. 10, 2014.

ASRES, A. M.; WOLDEMARIAM, H. W.; GEMECHU, F. G. Physicochemical and sensory properties of ice cream prepared using sweet lupin and soymilk as alternatives to cow milk. **International Journal of Food Properties**, 2022.

BAHRAMPARVAR, M.; TEHRANI, M. M. Application and functions of stabilizers in ice cream. **Food Reviews International**, v. 27, n. 4, p. 389–407, 2011.

BAKALOUDI, D. R. *et al.* Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. **Clinical Nutrition**, v. 40, n. 5, p. 3503–3521, 2021.

BELTRAN, L. B. Desenvolvimento e caracterização de sorvete vegano de chocolate. **Trabalho de Conclusão de Curso, Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, 2018.

BOKSBERGER, P. E.; MELSEN, L. Perceived value: A critical examination of definitions, concepts and measures for the service industry. **Journal of Services Marketing**, v. 25, n. 3, p. 229–240, 2011.

BORCHARTT, D. L. *et al.* ANÁLISE SENSORIAL DE PRODUTO À BASE DE INHAME TIPO SORVETE DE MORANGO *Fag Journal of Health. Anais...*2019

BRASIL. PORTARIA N º 379, DE 26 DE ABRIL DE 1999.

BRASIL. RESOLUÇÃO-RDC Nº 266, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005 A.

BRASIL. RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 272, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005. Disponível em:

<[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC\\_272\\_2005\\_.pdf/40ddb30-4939-403e-a9d1-fbab47ffc5bb](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_272_2005_.pdf/40ddb30-4939-403e-a9d1-fbab47ffc5bb)>.

BRITO, T. *et al.* Composição centesimal de inhame (*Dioscorea sp.*) in natura e minimamente processado. *Scientia Plena*, v. 7, n. 6, p. 1–7, 2011.

BULLOCK, K.; LAHNE, J.; POPE, L. Investigating the role of health halos and reactance in ice cream choice. *Food Quality and Preference*, v. 80, p. 103826, 1 mar. 2020.

CARVALHO, M. R. A. C. G. P.; COELHO, N. R. A. Leite de coco: Aplicações funcionais e tecnológicas. *EVS - Estudos Vida e Saúde*, v. 36, n. 5/6, p. 851–65, 2009.

CORREIA, R. T. P. *et al.* Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: Composição química e propriedades de derretimento. *Revista Ciencia Agronomica*, v. 39, n. 2, p. 251–256, 2008.

DANTAS, I. L. *et al.* Sorvete a base de inhame e mamão enriquecido com fibras. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 43925–43934, 2020.

DERBYSHIRE, E. J. Flexitarian Diets and Health: A Review of the evidence-Based Literature. v. 3, p. 1, 2017.

FEHÉR, A. *et al.* A Comprehensive Review of the Benefits of and the Barriers to the Switch to a Plant-Based Diet. *Sustainability* 2020, v. 12, 2020.

FERREIRA, A. C. P.; ZACARIAS, A.; RAVAZZANI, E. D. DO A. DESENVOLVIMENTO DE SORVETE DE INHAME COM ADIÇÃO DE PROBIÓTICOSEVINCI. *Anais...*2020

FONTES, T.; RODRIGUES, L. M.; FERREIRA-PÊGO, C. Comparison between Different Groups of Vegetarianism and Its Associations with Body Composition: A Literature Review from 2015 to 2021. 2022.

GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. *Ice cream*. Seventh Ed ed. [s.l: s.n.].

GÓRAL, M. *et al.* Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream. *LWT*, v. 92, p. 516–522, 1 jun. 2018.

JARDINES, A. P. *et al.* Agave fructans as fat and sugar replacers in ice cream: Sensory, thermal and texture properties. *Food Hydrocolloids*, v. 108, p. 106032, 1 nov. 2020.

JUDGE, M.; WILSON, M. S. Vegetarian Utopias: Visions of dietary patterns in future societies and support for social change. **Futures**, v. 71, p. 57–69, 1 ago. 2015.

KONSTANTAS, A.; STAMFORD, L.; AZAPAGIC, A. Environmental impacts of ice cream. **Journal of Cleaner Production**, v. 209, p. 259–272, 1 fev. 2019.

KRIZANOVA, J. *et al.* Pro-environmental behavior predicts adherence to plant-based diets. **Appetite**, v. 163, p. 105243, 1 ago. 2021.

LIMA, M. *et al.* ALIMENTAÇÃO À BASE DE PLANTAS: UMA REVISÃO NARRATIVA. **ACTA PORTUGUESA DE NUTRIÇÃO**, v. 26, p. 46–52, 2021.

MACHADO, R. L. P.; DUTRA, A. DE S.; PINTO, M. S. V. Boas Práticas de Fabricação (BPF). **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa**, 2015.

MACIEL NETO, P. *et al.* Alimentos plant-based: estudo dos critérios de escolha do consumidor. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e984974980, 2020.

MELINA, V.; CRAIG, W.; LEVIN, S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 12, p. 1970–1980, 2016.

MONTE, I. DE A.; SANTOS, S. C. L. O maracujazeiro-do-mato (*Passiflora Cincinnata* mast.) e sua importância econômica: Uma revisão narrativa. v. 2021, p. 1–6, 2021.

NORONHA, M. DE A. Principais Doenças do Inhame (*Dioscorea cayennensis*) nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste. **Embrapa**, 2014.

RAMOS, I. *et al.* Desenvolvimento de sorvete com adição de leiteinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. 1–12, 2021.

SANTOS, T. B. *et al.* Phytochemical Compounds and Antioxidant Activity of the Pulp of Two Brazilian Passion Fruit Species: *Passiflora Cincinnata* Mast. And *Passiflora Edulis* Sims. **International Journal of Fruit Science**, v. 21, n. 1, p. 255–269, 2021.

SILVA, J. M. DA *et al.* Passion fruit-flavored ice cream processed with water-soluble extract of rice by-product: What is the impact of the addition of different prebiotic components? **LWT**, v. 128, p. 109472, 1 jun. 2020.

SILVA, M. S. *et al.* Sorvete de kefir saborizado com geléia de maracujá. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 6, p. 122–133, 2020.

SOUZA, J. C. B. DE *et al.* Sorvete: Composição, Processamento E Viabilidade Da Adição De Probiótico. **Alim. Nutri.**, v. 21, p. 155–165, 2010.

TUSO, P. J. *et al.* Nutritional update for physicians: plant-based diets. **The Permanente journal**, v. 17, n. 2, p. 61–66, 2013.

VANACORE, D. *et al.* Effect of restriction vegan diet's on muscle mass, oxidative status, and myocytes differentiation: A pilot study. **Journal of Cellular Physiology**, v. 233, n. 12, p. 9345–9353, 2018.

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, 2018.

VELOTTO, S. *et al.* Use of stevia and chia seeds for the formulation of traditional and vegan artisanal ice cream. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 26, p. 100441, 1 dez. 2021.

WHELAN, A. P. *et al.* Physicochemical and sensory optimisation of a low glycemic index ice cream formulation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 9, p. 1520–1527, 2008.



## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DO FRUTO DO MANDACARU (*CEREUS JAMACARU P. DC*) DA REGIÃO DE LAGOA DO OURO-PE

### CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA PULPA DE MANDACARU (*CEREUS JAMACARU P. DC*) DE LA REGIÓN DE LAGOA DO OURO-PE

### PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF MANDACARU FRUIT PULP (*CEREUS JAMACARU P. DC*) FROM THE LAGOA DO OURO REGION-PE

Maria Vitória Lima Costa Donato<sup>1</sup>; Iara dos Santos Sena<sup>2</sup>; Marcelo Edvan dos Santos Silva<sup>3</sup>; Suzana Pedroza da Silva<sup>4</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.76-90>

#### RESUMO

O mandacaru (*Cereus jamacaru P. DC.*) é uma espécie nativa da vegetação da Caatinga e seus frutos podem compor uma fonte de alimento rica de compostos bioativos, sendo um símbolo representativo regional, pouco explorado para a alimentação humana. Desta forma devido ao seu potencial nutracêutico e fornecimento de compostos essenciais para a manutenção da saúde é de grande relevância o desenvolvimento de novas tecnologias para a inclusão desta espécie nativa em produtos de interesse para as áreas farmacêutica e alimentícia. No presente estudo, objetivou-se avaliar as características físico-químicas da polpa do fruto do mandacaru, com a perspectiva tecnológica de utilização dos frutos como uma alternativa para melhor aproveitamento agroindustrial dessa matéria-prima no desenvolvimento de produtos alimentícios. Os frutos foram coletados no sítio Queimadas, zona rural do município de Lagoa do Ouro - PE. As análises foram realizadas em triplicatas no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). Realizando-se as seguintes análises: pH ( $4,34 \pm 0,03$ ), Acidez Total Titulável ( $0,06 \pm 0,01\%$ ), Sólidos Solúveis Totais ( $12,43 \pm 0,08$  °Brix), Açúcares Redutores ( $9,09 \pm 0,09\%$ ), Atividade de água ( $0,98 \pm 0,00\%$ ), Lipídeos ( $15,66 \pm 0,47\%$ ), Teor de Umidade ( $88,66 \pm 2,35\%$ ) e Teor de Cinzas ( $0,56 \pm 0,01\%$ ). Os resultados obtidos apresentaram parâmetros desejáveis para seu processamento industrial, armazenamento e conservação, além de um alto potencial para o desenvolvimento de produtos artesanais, sendo uma alternativa para o incremento da renda do agricultor familiar da região Semiárida do município de Lagoa do Ouro, devido a abundância do fruto na região. Por possuírem características próprias para consumo *in natura*, é de fundamental importância estudar sua composição química, considerando a possibilidade de seu uso na indústria de alimentos e também na alimentação humana.

**Palavras-Chave:** Caatinga, Composição nutricional, Mandacaru, Potencial industrial.

#### RESUMEN

Mandacaru (*Cereus jamacaru P. DC.*) es una especie nativa de la vegetación Caatinga y sus frutos pueden componer una fuente de alimento rica en compuestos bioactivos, siendo un símbolo representativo regional, poco explorado para el consumo humano. De esta forma, por su potencial nutracéutico y aporte de compuestos esenciales para el mantenimiento de la salud, es de gran importancia el desarrollo de nuevas tecnologías para la inclusión de esta especie nativa en productos de interés para las áreas farmacéutica y alimentaria. En el presente estudio, el objetivo fue evaluar las características físicoquímicas de la pulpa del fruto del mandacaru, con la perspectiva tecnológica de utilizar los frutos como una alternativa para un mejor aprovechamiento agroindustrial de esta materia prima en la elaboración de productos alimenticios. Los frutos fueron recolectados en el sitio de Queimadas, área rural del municipio de Lagoa do Ouro - PE. Los análisis se realizaron por triplicado en

<sup>1</sup> Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [vitoriadonato57@gmail.com](mailto:vitoriadonato57@gmail.com)

<sup>2</sup> Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [iaraufrpe@gmail.com](mailto:iaraufrpe@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutorando em Biotecnologia/UFRPE, [marcelo\\_eauag@hotmail.com](mailto:marcelo_eauag@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dra em Engenharia Química, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, [suzana.pedroza@ufape.edu.br](mailto:suzana.pedroza@ufape.edu.br)

el Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Universidad Federal de Agreste de Pernambuco (UFAPE). Se realizaron los siguientes análisis: pH ( $4,34\pm 0,03$ ), Acidez Titular Total ( $0,06\pm 0,01\%$ ), Sólidos Solubles Totales ( $12,43\pm 0,08$  °Brix), Azúcares Reductores ( $9,09\pm 0,09\%$ ), Actividad Acuática ( $0,98\pm 0,00\%$ ), Lípidos ( $15,66\pm 0,47\%$ ), Contenido de Humedad ( $88,66\pm 2,35\%$ ) y Cenizas ( $0,56\pm 0,01\%$ ). Los resultados obtenidos mostraron parámetros deseables para su procesamiento industrial, almacenamiento y conservación, además de un alto potencial para el desarrollo de productos artesanales, siendo una alternativa para aumentar la renta del agricultor familiar en la región semiárida del municipio de Lagoa do Ouro, debido a la abundancia de fruta en la región. Debido a que tienen características propias para el consumo in natura, es de fundamental importancia estudiar su composición química, considerando la posibilidad de su uso en la industria alimentaria y también en el consumo humano.

**Palabras Clave:** Caatinga, Composición nutricional, Mandacaru, Potencial industrial.

## ABSTRACT

Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) is a native species of the Caatinga vegetation and its fruits can compose a food source rich in bioactive compounds, being a regional representative symbol, little explored for human consumption. In this way, due to its nutraceutical potential and supply of essential compounds for the maintenance of health, the development of new technologies for the inclusion of this native species in products of interest to the pharmaceutical and food areas is of great importance. In the present study, the objective was to evaluate the physicochemical characteristics of the pulp of the mandacaru fruit, with the technological perspective of using the fruits as an alternative for better agro-industrial use of this raw material in the development of alimentary products. The fruits were collected at the Queimadas site, rural area of the municipality of Lagoa do Ouro - PE. Analyzes were performed in triplicate at the Food Analysis Laboratory of the Federal University of Agreste de Pernambuco (UFAPE). The following analyzes were carried out: pH ( $4.34\pm 0.03$ ), Total Titratable Acidity ( $0.06\pm 0.01\%$ ), Total Soluble Solids ( $12.43\pm 0.08$  °Brix), Reducing Sugars ( $9.09\pm 0.09\%$ ), Water Activity ( $0.98\pm 0.00\%$ ), Lipids ( $15.66\pm 0.47\%$ ), Moisture Content ( $88.66\pm 2.35\%$ ) and Ash ( $0.56\pm 0.01\%$ ). The results obtained showed desirable parameters for their industrial processing, storage and conservation, in addition to a high potential for the development of artisanal products, being an alternative for increasing the income of the family farmer in the semiarid region of the municipality of Lagoa do Ouro, due to abundance of fruit in the region. Because they have their own characteristics for in natura consumption, it is of fundamental importance to study their chemical composition, considering the possibility of their use in the food industry and also in human consumption.

**Keywords:** Caatinga, Nutritional composition, Mandacaru, Industrial potential.

## INTRODUÇÃO

O Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) é um cacto nativo do Brasil, característico da região semiárido do bioma Caatinga, muito utilizado na medicina popular e na alimentação humana e de animais (SILVA *et al.*, 2019), sendo potencialmente interessante à agroindústria e podendo gerar desenvolvimento econômico e social para a região (ALMEIDA *et al.*, 2011).

O fruto apresenta alto potencial de aproveitamento industrial devido aos elevados teores de sólidos solúveis totais e açúcares redutores, componentes fundamentais em processos biotecnológicos, como fermentação alcoólica e fabricação de doces e geleias (ALMEIDA *et al.*, 2009). Oliveira *et al.* (2004) destacam que a polpa do fruto do mandacaru é semi-ácida e possui baixos teores de vitamina C, porém Bahia (2010) identificou na polpa do fruto outros carboidratos importantes para a saúde humana, como as fibras solúveis (pectina – 4,36%) e insolúveis (fibras totais - 0,88%), pois equilibram a absorção de gorduras, açúcar e colesterol.

Por ser um símbolo representativo regional, enfatiza-se sua importância cultural, na

decisão de consumo (ZAPPI *et al.*, 2011). Desta forma devido ao seu potencial nutracêutico e fornecimento de compostos essenciais para a manutenção da saúde é de grande relevância o desenvolvimento de novas tecnologias para a inclusão desta espécie nativa em produtos de interesse para as áreas farmacêutica e alimentícia (SERENO *et al.*, 2018; SARDI *et al.*, 2017).

O presente trabalho teve como finalidade avaliar as características físico-químicas da polpa dos frutos de mandacaru cultivados no município de Lagoa do Ouro-PE, com a perspectiva tecnológica de utilização dos frutos como uma alternativa para melhor aproveitamento agroindustrial dessa matéria-prima no desenvolvimento de produtos alimentícios.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O Mandacaru (*Cereus jamacaru P. DC.*) é uma espécie nativa da vegetação da Caatinga, pertencente à família *Cactaceae*, cresce em solos pedregosos, juntamente com outras espécies de cactos, formando uma paisagem típica do semiárido nordestino (SILVA, 2009). É um cacto (Figura 1) de base abundantemente ramificada com flores brancas seus frutos são grandes, avermelhados com polpa branca e viscosa, com muitas sementes pretas e brilhantes, mas comestíveis tanto para consumo humano como animal (GOMES, 1973). Segundo Rocha *et al.* (2011) o fruto de formato elipsoidal possui uma polpa carnuda, casca grossa e coloração verde a rosa avermelhada, lisa e brilhante quando madura. Sua polpa funicular e mucilaginoso tem cor branca com várias sementes pretas pequenas (Figura 2) (SILVA *et al.*, 2009).

Por envolver um cultivo rústico, os frutos ainda não são comercializados, porém ele pode ser consumido em sua forma natural, e ser utilizado na preparação de doces e geleias e em processos biotecnológicos, como a fermentação alcoólica (LUCENA *et al.*, 2016; NETO *et al.*, 2019). Também possui potencial no uso como corante natural de alimentos, devido as altas concentrações de betalaína (YEDDES *et al.*, 2013). As duas betalaínas mais predominante são as betacianinas e betaxantinas que fornecem um amplo intervalo de cores (ALBANO *et al.*, 2015).

O fruto do mandacaru é considerado exótico, possuindo uma grande biodiversidade vegetal, com variedades de espécies pouco exploradas, e por não ser economicamente aproveitado ocorrem grandes perdas de produção (ALMEIDA *et al.*, 2011; ALMEIDA *et al.*,

2016). Frutos exóticos possuem várias bioatividades e benefícios a saúde, chamando atenção devido aos seus efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, antimicrobianos e anticancerígenos, e na prevenção e tratamento de doenças crônicas (LI *et al.*, 2016).

**Figura 1.** Mandacaru na vegetação da Caatinga



**Fonte:** ARAÚJO, 2020.

**Figura 2.** Aspectos externos (A) e internos (B) do fruto maduro do mandacaru



**Fonte:** ARAÚJO, 2020

O uso medicinal do mandacaru é pouco conhecido, mas popularmente utilizam-se suas raízes e caule para ação diurética, doenças cardiovasculares, respiratórias e renais, e no combate ao escorbuto (ZARA *et al.*, 2012). Os efeitos benéficos podem estar atribuídos principalmente às atividades antioxidantes e sequestradoras de radicais livres, e ao fato destes compostos serem fontes de antimicrobianos naturais de baixo custo, desempenhando um papel importante na

proteção contra agentes patogênicos veiculados por alimentos (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2011).

Subprodutos, como casca, semente e polpa não aproveitadas, de frutas contêm altos níveis de compostos bioativos, que muitas vezes são equivalentes ou até superiores ao produto final (BATAGLION *et al.*, 2015). Podendo levar a indústria a um menor desperdício, aumentando o lucro e reduzindo o impacto desses resíduos ao meio ambiente (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2011). Os resíduos agrícolas são uma alternativa de matéria-prima na produção de compostos bioativos, como fontes de aditivos naturais potencialmente seguros e de agentes antimicrobianos e propriedades antioxidantes para a indústria de alimentos (LAGOS *et al.*, 2015).

Os compostos fenólicos são essenciais para a fisiologia e metabolismo celular das plantas. Têm como característica comum a presença de pelo menos um anel aromático substituído com hidroxila (GIADA, 2013). O perfil fenólico de um alimento vegetal é específico da espécie, no entanto, os compostos fenólicos disponíveis dependem de diversos fatores, como o cultivo, as condições ambientais, pós-colheita, as condições de processamento e armazenamento (CHANDRASEKAR, 2019).

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos está associada aos efeitos ocasionados no corpo humano através da prevenção de várias doenças, podendo ser utilizados com propriedades terapêuticas (GIADA, 2013). Visto que tem a capacidade inibir ou retardar o processo de oxidação lipídica (AHMAD *et al.*, 2016). Embora exista uma toxicidade considerável dos antioxidantes sintéticos, os antioxidantes naturais podem melhorar a estabilidade dos alimentos, interrompendo as reações em cadeia dos radicais livres nos sistemas biológicos (KUMARA *et al.*, 2012).

## **METODOLOGIA**

Os frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru P. DC*) foram coletados no sítio Queimadas, zona rural do município de Lagoa do Ouro - PE. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

Os frutos foram colhidos no mês de abril de 2019 apresentavam-se maduros e firmes. Para análise, foram utilizados 3 frutos, que foram selecionados manualmente, procedendo-se a eliminação de materiais estranhos, sanitizados em água corrente, com o intuito de eliminar terra, sujeiras e resíduos aderidos. Em seguida, foram lavados por imersão de hipoclorito de sódio na concentração de 50 ppm, durante 15 minutos, e posteriormente enxaguados em água corrente e deixados a escorrer o excesso de água antes do despulpamento. Os frutos foram abertos

separando-se a polpa das cascas, através de corte longitudinal, por facas e colheres higienizadas, sendo as polpas embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade e colocadas em freezer a - 22 °C, para serem conservadas até o momento da realização das análises.

Na caracterização físico-química foram realizadas as seguintes análises: pH, acidez total titulável (ATT), teor de proteína, teor de lipídeos, sólidos solúveis totais, açúcares redutores, atividade de água (AW), teor de umidade e teor de cinzas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O pH foi determinado por medida direta, utilizando um pHmetro digital (precisão  $\pm 0,01$ , MARCONI, PA 200) previamente calibrado com soluções-tampão de pH 4,0 e 7,0. Foram pesados aproximadamente 5 g da amostra e adicionado 50 mL de água destilada procedendo a homogeneização com um bastão de vidro. Posteriormente foi realizada a filtragem utilizando papel filtro em béquer de 100 mL e a leitura do pH em pHmetro digital, segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para a determinação da acidez total titulável (ATT) foram pesados aproximadamente 5 g da amostra; a estas foram adicionados 50 mL de água destilada em béquer de 100 mL e homogeneizada com bastão de vidro. Após esta etapa a amostra foi filtrada em papel de filtro, em béquer de 100 mL e transferidos 10 mL do filtrado para um erlenmeyer de 125 mL mais duas gotas de solução do indicador fenolftaleína 1%. As soluções foram tituladas com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol/L) até o aparecimento da cor rósea e expressas em g de ácido cítrico/100mL de amostra segundo a Equação 1, segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Acidez} = \frac{(V \cdot F \cdot M \cdot PM)}{10 \cdot P \cdot n} \quad (1)$$

Onde:

V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

P = massa da amostra em g ou volume pipetado em mL

PM = peso molecular do ácido correspondente em g

n = número de hidrogênios ionizáveis

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio.

Com relação ao teor de proteína, esta foi calculada através do método de Kjeldahl (DETMANN *et al.*, 2012) com algumas modificações, para determinação do nitrogênio total. Para isto, foram pesados aproximadamente 0,1 g de amostra, que foi transferido para tubos

digestores. Depois, foi adicionado 3 mL de ácido sulfúrico e 2 g da mistura catalítica (10 parte de sulfato de potássio para 1 parte sulfato de cobre). Em seguida, os tubos foram levados para o digestor a 350°C realizando aumento gradativo da temperatura, na capela, quando a temperatura foi estabilizada a 350°C manteve-se nesta durante 2 horas. Após isso, a amostra foi resfriada até temperatura ambiente dentro da capela. Depois disso, o material passou pelo processo de destilação em destilador de nitrogênio (Solar, SL-74), no qual foi acrescentado 20 mL de água destilada e 25 mL de hidróxido de sódio (NaOH a 40%). O destilado foi recolhido em um erlenmeyer de 250 mL, adicionado de 20 mL de solução de ácido bórico (40 g/L) +solução indicadora de vermelho de metila 0,1 % e verde de bromocresol 0,1 %. O produto obtido na destilação foi titulado com ácido clorídrico (HCl a 0,005 M). Foi realizada também a análise com um tubo como branco, seguindo o mesmo processo, porém sem conter amostra. O teor de proteínas (%) foi obtido pela Equação 2.

$$\text{Teor de Proteína (\%)} = \frac{((v - B) \cdot Ne \cdot F \cdot 14 \cdot 100) \cdot 6,25}{ASA} \quad (2)$$

Onde:

B= volume de ácido clorídrico utilizado na titulação do branco

Ne= concentração esperada da solução de ácido clorídrico

F=fator de correção da solução de ácido clorídrico

ASA= massa da amostra pesada seca ao ar

A determinação de lipídeos foi realizada através da metodologia descrita por Detmann *et al.* (2012), a extração foi realizada por meio de extrator tipo Soxhlet, utilizando n-hexano como solvente. Foi realizada a secagem em estufa de cartuchos de papel filtro qualitativo devidamente numerados com lápis a base de grafite, pesou-se aproximadamente 1 grama da amostra em seu respectivo cartucho, estas foram acondicionadas de 10 em 10 unidades em extrator do tipo Soxhlet. Foi adicionado o hexano e iniciada o aquecimento até a ebulição com velocidade de condensação de aproximadamente 4 gotas por segundo. A extração foi realizada durante aproximadamente 4 horas totalizando 5 viragens para cada extrator, após transcorrida a extração os cartuchos foram submetidos a estufa não ventilada durante 2 horas, foram então acomodados em dessecador para resfriamento e posterior pesagem para obtenção da massa de gordura extraída. O teor de gordura foi determinado de acordo com a Equação 3 (DETMANN *et al.*, 2012).

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

Onde:

EE= massa de extrato etéreo (g)

ASA= massa da amostra seca ao ar (g).

Para a análise de sólidos solúveis totais (SST), 5 g da amostra foi dissolvida em 10 ml de água destilada, homogeneizada e filtrada. Foi pipetada uma alíquota desta solução medida em refratômetro portátil (Oxford), o qual indica o valor de sólidos solúveis totais em (°Brix) e foi realizada correção da diluição de 1:2.

O teor de açúcares redutores (AR) foi determinado através do método de DNS segundo a metodologia Maldonade, Carvalho e Ferreira (2013), com algumas modificações. Foi preparada uma solução a partir de 5 g da polpa de manga macerada, diluída em 50 mL de água destilada e filtrada em papel de filtro. Foi pipetada 2,0 mL desta solução e transferida para um tubo de ensaio onde foi adicionado 1,0 mL do reagente DNS e aquecido em banho maria a 100°C (água do banho maria em ebulição) por 5 minutos. As amostras foram então resfriadas a temperatura ambiente e feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro (NOVA 2000 series) a 540 nm, após zerar o aparelho com o branco (água destilada). O resultado foi expresso em g/L e determinado através da Equação 4.

$$AR(g/L) = 1,3894 * ABS + 0,0762 \quad (4)$$

Onde:

ABS = absorbância da amostra.

A atividade de água ( $A_w$ ) foi determinada pelo analisador de atividade de água digital (Aqualab Pre). Foi adicionada quantidade suficiente da amostra para o preenchimento do suporte de amostras no Aqualab, previamente calibrado, e em poucos minutos seu valor foi determinado.

A umidade foi obtida de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O valor de umidade das amostras foi calculado (Equação 5) através da pesagem de aproximadamente 2 g da amostra em cadinhos previamente secos e secagem em estufa (FANEM® 515, SÃO PAULO-BRASIL) a 105 °C, durante 1 hora. Posteriormente as amostras foram acondicionadas em dessecador até atingirem a temperatura ambiente, foram pesadas e recolocadas na estufa a 105 °C até as amostras atingirem peso constante, totalizando 6 horas (Equação 5) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\text{Teor de Umidade (\%)} = \frac{(100 * N)}{P} \quad (5)$$

Onde:

N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g).

P = n° de gramas da amostra.

O teor de cinzas foi determinado a partir de aquecimento da amostra em mufla, a 550°C, até a incineração completa da matéria orgânica (4 horas). Resultando em um resíduo contendo apenas a porção inorgânica proveniente das cinzas. O resultado foi expresso em teor de cinzas em porcentagem (%) segundo a Equação 6.

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{(100 * N)}{P} \quad (6)$$

Onde:

N- Número de gramas de cinzas, ou seja, a perda de massa em g

P- Número de gramas da amostra.

Os resultados das análises físico-químicas da polpa de mandacaru foram analisados por estatística descritiva utilizando-se medidas de tendência central (média), variabilidade de dados (desvio padrão) e padronizada de dispersão (coeficiente de variação).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os valores médios obtidos para as determinações físico – químicas realizadas.

**Tabela 01:** Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação obtido para as determinações físico-químicas da polpa dos frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru P. DC*).

Parâmetros	Resultados	Coeficiente de Variação (C.V.)
pH	4,43±0,03	0,76
ATT (%)	0,06±0,01	18,70
Proteínas (%)	2,18±0,01	0,52
Lipídeos(%)	15,66±0,47	3,00
SST (%)	12,5±0,08	0,67
A.R. (%)	9,09±0,09	1,07
A.W.	0,98±0,00	0,00
Umidade (%)	88,6±2,35	2,65
Cinzas(%)	0,56±0,01	2,20

ATT(%): Acidez Total Titulável; SST(%): Sólidos Solúveis Totais; A.R.(%): Açúcares Redutores; A.W.(%): Atividade de água.

O pH da polpa dos frutos de mandacaru demonstraram que são alimentos muito ácidos (4,34), contribuindo para redução da capacidade de desenvolvimento microbiano. Oliveira *et al.*, (2004) pesquisaram as características físico-químicas dos frutos do mandacaru, os quais obtiveram maiores teores de pH (4,52). Bahia *et al.*, (2010), constataram que o valor do pH da polpa do fruto do mandacaru foi maior de 4,6. De acordo com os estudos de Baruffaldi e Oliveira (1998), a polpa e casca de frutos de mandacaru são considerados como produtos pouco ácidos (pH acima de 4,5) e ácidos (pH entre 3,7 e 4,5), respectivamente. Ainda, segundo esses autores, o valor do pH interfere de maneira significativa no desenvolvimento de microrganismos e sendo os produtos de acidez baixa susceptíveis ao crescimento de cepas de *Clostridium botulinum* podendo inclusive produzir toxinas é necessário fazer o tratamento térmico adequado para que se tenha controle de microrganismo com temperaturas superiores a 115,5 °C.

Neste estudo, o valor médio de acidez titulável foi de 0,06 g 100 g<sup>-1</sup> de ácido cítrico. Oliveira *et al.*, (2004) obtiveram 0,21 (g 100 g<sup>-1</sup> de ácido cítrico). Nascimento *et al.*, (2011), constataram conteúdo de acidez titulável de 0,32 e 0,26 % para os frutos do mandacaru provenientes da região de Carão-PE e Cachoeira-PB, respectivamente. Observa-se que são valores muito superior ao do presente estudo. Contudo, Melo *et al.*, (2017) relata que a acidez titulável dos frutos de mandacaru apresenta diferença significativa entre os estádios de maturação, se tornando está uma possível explicação para o fato.

Para o teor médio de proteínas, obteve-se valores de 2,18%, desta maneira o fruto do mandacaru apresentou baixo teor de proteína bruta, que segundo Nascimento *et al.*, (2011) a composição do fruto depende de alguns fatores, dentre eles o estágio de maturação e das condições edafoclimáticas. O mesmo obteve em seus estudos um valor entre 1,8-2,35% de proteínas em suas amostras.

Embora a polpa de mandacaru tenha aparência semelhante à polpa de alguns frutos tropicais, seu teor de sólidos solúveis é superior ao valor mínimo de padrão de qualidade exigido pela legislação vigente (BRASIL, 2000) que é de 7,0 a 10,0 °Brix, respectivamente, o que não ocorreu com o valor encontrado de 12,43 % neste estudo. Baseado no teor de sólidos solúveis do mandacaru pode-se estimar a quantidade de sacarose a ser adicionada para produzir doces ou similares, indicando que estes frutos podem ser utilizados para a fabricação de doce tipo pasta ou geleias (SILVA, 2009). Uma vez que a legislação brasileira estabelece para frutas em calda concentrações de sólidos solúveis variando entre 14° e 40 °Brix respectivamente, os produtos com concentrações maiores que estes são registrados como doces (TORREZAN, 2003).

Os açúcares presentes no fruto são representados, majoritariamente, pelo grupo dos açúcares redutores, expressos pelo teor de glicose, apresentaram uma média de 9,09. Oliveira *et al.* (2004), estudando as características físico-químicas dos frutos do mandacaru, obtiveram um menor teor de açúcares redutores na polpa e maior na casca quando comparado com o valor obtido neste trabalho, que foi de 0,21 (% ácido cítrico) e 9,54 (% glicose), respectivamente. Essas diferenças podem ser atribuídas ao tipo de fruto e às variações climáticas do ano em que foram coletados, indicando que estes valores estão abaixo aos de algumas frutas como o limão (8,1%) e o mamão (8,3%) de acordo com a Tabela de composição de alimentos (IBGE, 1977).

Como é possível observar, o fruto do mandacaru apresentou umidade de (88,66 %) podendo ser considerado um fruto úmido, com elevado teor de água. Os estudos de Bahia *et al.*, (2010) avaliaram a umidade dos frutos de mandacaru e obtiveram um valor de 83,29%. O valor médio da atividade de água foi de 0,98 e, Oliveira *et al.* (2011) mencionam que a elevada quantidade de água livre não favorece a sua conservação, necessitando de armazenamento sob refrigeração ou ser utilizado na forma de farinhas.

Os resultados de cinzas expressam a quantidade de minerais totais. Para esta variável, foi encontrado valor médio de 0,56%, este valor é superior aos valores de cinzas encontrados por Bahia *et al.* (2010) que são (0,20 – 0,15%). Também foi identificado na polpa da fruta do mandacaru o teor de carboidratos como fibra solúvel que segundo (PACE, 2010), o consumo dessa fruta pode trazer benefícios à saúde da população, equilibrando a absorção de gorduras, açúcar e colesterol, além de ser responsável por retardar a entrada de açúcar no sangue, a pectina previne picos de insulina, mantendo um nível saudável de glicose no sangue.

Na determinação do conteúdo de lipídios (gorduras), eles tiveram uma média de 15,6%. Esse alto valor de gordura está associado principalmente às sementes presentes na polpa, que não foram retiradas para análise, este teor de gordura é considerado alto, por isso é algo a ser estudado sobre uma possível utilização como fonte de óleo vegetal (MICHELETTI *et al.*, 2001).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de fundamental importância estudar a composição química dos frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru* P.), considerando a possibilidade de seu uso na alimentação humana, na indústria de alimentos, em processos biotecnológicos, como a fermentação alcoólica, na forma de farinhas, e na indústria farmacêutica, em especial, devido aos seus efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, antimicrobianos e anticancerígenos relatados na literatura.

O processamento desses frutos pode ser melhorado através do desenvolvimento e da valorização dos seus subprodutos, podendo levar a indústria a um menor desperdício,

umentando o lucro e reduzindo o impacto desses resíduos ao meio ambiente, como substrato para obtenção de diversos compostos com atividades biológicas obtidas através dos seus extratos. Levando em consideração os efeitos benéficos atribuídos às suas atividades antioxidantes que são fontes antimicrobianas naturais de baixo custo, tendo importância na proteção contra agentes patogênicos veiculados por alimentos, devendo serem mais investigados.

Os valores médios das características físico-químicas dos frutos de mandacaru encontrados neste trabalho apresentaram parâmetros desejáveis para seu processamento industrial, armazenamento e conservação devido à sua quantidade significativa de sólidos solúveis totais, pH, lipídios e acidez. Também possuem características próprias para consumo *in natura* e na forma de farinhas para formulações alimentícias.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, N; ZUO, Y; LU, X; ANWAR, F; HAMEED, S. Characterization of free and conjugated phenolic compounds in fruits of selected wild plants. **Food Chemistry**, v. 190, p. 80-89, 2016.
- ALBANO, C., NEGRO, C., TOMMASI, N., GERARDI, C., MITA, G., MICELI, A., et al. Betalains, phenols and antioxidant capacity in cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] fruits from Apulia (South Italy) genotypes. **Antioxidants**, v. 4, p. 269–280, 2015.
- ALMEIDA, M. L. B.; FREITAS, W. E. DE S.; MORAIS, P. L. D.; SARMENTO, J. D. A.; ALVES, R. E. Bioactive compounds and antioxidant potential fruit of *Ximenia americana*. L. **Food Chemistry**, v. 192, p. 1078-1082, 2016.
- ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2149, 2011.
- ALMEIDA, M. M.; SILVA, F. L. H. CONRADO, L. S.; FREIRE, R. M.; VALENÇA, A. R. Caracterização física e físico-química de frutos do Mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande**, v.11, n.1, p. 15-20, 2009.
- ARAÚJO, G.B. Potencial antioxidante e antimicrobiano de extratos obtidos da casca do fruto e caule do mandacaru (*Cereus jamacaru D.C*). 62 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2020.
- AYALA-ZAVALA, J. F; VEGA-VEGA, V; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C; PALAFOX-CARLOS, H; VILLA-RODRIGUEZ, J; SIDDIQUI, M. W et al. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, p. 1886-1874, 2011.

BAHIA, E. V.; MORAIS L. R. V.; SILVA, M. P.; LIMA, O. B. V. de SANTOS, S. F. Estudo das Características Físico-Químicas do Fruto do Mandacaru (*Cereus jamacaru* P.DC.). Cultivado no Sertão Pernambucano. **Anais do Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica** (CD-ROM). Maceió: IFAL, 2010.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fatores que condicionam a estabilidade de alimentos. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. Atheneu, v. 3. p. 13-25. São Paulo, 1998.

BATAGLION, G. A.; DA SILVA F. M.; EBERLIN, M. N.; KOOLEN H. H. F. Determination of the phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLC-MS/MS. **Food Chemistry**, v. 180, p. 280-287, 2015.

BRASIL. Instrução Normativa n.1, de 07 de janeiro de 2000. Estabelece o Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a polpa de fruta. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. Seção 1, n. 6, p. 54-58. 2000.

CHANDRASEKAR, A. Encyclopedia of Food Chemistry. 1st Edition. United States of America: **Elsevier**, 2019.

DETMANN, E; M. A.de SOUZA; S.de C. VALADARES FILHO; A. C. de QUEIROZ; T. T. BERCHIELLI; E. de O. S. SALIBA; L. da S. CABRAL; D. dos S. PINA; M. M. LADEIRA; J.A.G. AZEVEDO. Métodos para análise de alimentos. Instituto nacional de ciência e tecnologia de ciência animal. 1º ed. 2012.

GIADA, M. de L. R. Food phenolic compounds: main classes, sources and their antioxidant power, in: oxidative stress and chronic degenerative diseases - a role for antioxidants. **Intech**. p. 87-112, 2013.

GOMES, P. **Forragens fartas na seca**. São Paulo: Nobel, 1973.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª.ed. 1ª edição digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Tabela de composição dos alimentos. Rio de Janeiro, 1977.

**Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, ICMBIO, 112p, 2011.

KUMARA, K. K. S; CHETHAN, J; MANASA, N; ASHADEVI, J.S. Bioactive potential of herbaceous *Phyllanthus* species. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, p. 457-461, 2012.

LAGOS, J. B; VARGAS, F.C; OLIVEIRA, T. G; MAKISHI, G. L. A; SOBRAL, P. J. A. S. Recent patents on the application of bioactive compounds in food: a short review. **Current Opinion Food Science**, v. 5, p. 1-7, 2015.

LI, Y; ZHANG, J. J; XU, D. P; ZHOU, T; ZHOU, Y; LI, S; LI, H. B. Bioactivities and Health Benefits of Wild Fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 8, p.1-27, 2016.

LUCENA, T.K.P.; SOUZA, R.N.S.; TAVARES, D.L.; SILVA, A. A. D. Sabores de nossa terra: uma abordagem ecológica e nutricional de mandacaru (*Cereus jamacaru*) e de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em âmbito escolar. **Editora Realize**, 2016. manga. **Cadernos de Prospecção**, v.7, p. 550-560, 2016.

MALDONADE, I. R.; CRVALHO, P. G. B.; FERREIRA, N. A. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. Comunicado técnico 85, **EMBRAPA Hortaliças**, 1. Ed , Brasília-DF, MAR, 2013, P. 1-4.

MELO, R. S.; SILVA, S. M.; SOUSA, A. S. B.; LIMA, R.; DANTAS, A. L.; DANTAS, R. L.; FIGUEIREDO, V. M. A. Maturação e qualidade de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) de diferentes bioclimas do estado da Paraíba. **AGROPECUÁRIA TÉCNICA (UFPB)**, v. 38, n. 3, p. 160, 2017.

MICHELETTI, A.; ROSSI, R.; RUFINI, S. Zinc status in athletes: relation to diet and exercise. **Sports Med**, v. 31, n. 8, p. 577-582, 2001.

NASCIMENTO, V.; MOURA, N.P.; VASCONCELOS, M.; MACIEL, M.I.S.; ALBURQUERQUE, U.P. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**. v.44, n.7, p.2112-2119. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.12.024. 2011.

NETO, J. P. S; SILVA, V. D. N; SILVA, P. A; SANTOS, Y. M. P; MONTEIRO, P. H. S; SILVA, L. A. S. G. Características Físico-Químicas de Frutos de Mandacaru (*Cereus Jamacaru* P. Dc.) Cultivados no Sertão Alagoano. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. e7741, 2019.

OLIVEIRA, E. A.; JUNQUEIRA, S. F; MASCARENHAS, R. J. Caracterização físico-química e nutricional do fruto de palma (*Opuntia ficus indica* L. Mill) cultivada no sertão submédio São Francisco. **Revista HOLOS**, v. 27, v. 3, p.113 – 119, 2011.

OLIVEIRA, F. M. N.; ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, A. R. Características físico químicas da polpa e casca do fruto do mandacaru. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 19. 2004, Recife. **Anais**. Recife: Centro de Convenções de Pernambuco, 2004.

PACE, E. 2010. Mandacaru. Disponível em: <http://elianapace.com.br/blog/?p=607>. Acesso em: 02 jul. 2022.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

SARDI, J. C. O; FREIRES, I. A; LAZARINI, J. G; INFANTE, J; DE ALENCAR, S. M; ROSALEN, S. M. Unexplored endemic fruit species from Brazil: antibiofilm properties, insights into mode of action, and systemic toxicity of four *Eugenia* spp. **Microbial Pathogenesis**. v.105, p. 280-287, 2017.

SERENO, A. B.; BAMPI, M.; DOS SANTOS, E.; FERREIRA, M. R.; BERTIN, R. L.; HECKKRUGER, C. C. Mineral profile, carotenoids and composition of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a wild Brazilian fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 72 p.32–38, 2018.

SILVA, L. F. C.; VALLE, L.S.; NASCIMENTO, A.N.C.; MEDEIROS, M.F.T. *Cereus jamacaru* DC. (*Cactaceae*): From 17 th century naturalists to modern day scientific and technological prospecting. **Acta Botânica Brasileira**, v. 33, 2019.

SILVA, L. R.; ALVES, R. E. Caracterização físico-química de frutos de “Mandacará”. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambiente**. Curitiba, v.7, n.2, p.119-205, 2009.

TORREZAN, R. Processo de produção. In: TORREZAN, R. Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: frutas em calda, geleias e doces. **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 11-84. Brasília, 2003.

YEDDES, N.; CHERIF, J.K.; GUYOT, S.; SOTIN, H.; AYADI, M.T. Comparative study of antioxidant power, polyphenols, flavonoids and betacyanins of the peel and pulp of three Tunisian *Opuntia* forms. **Antioxidants**, v. 2, p. 37–51, 2013.

ZAPPI D. C *et al.* Plano de Ação Nacional para a Conservação das Cactáceas – Brasília:  
ZARA, R. F.; THOMAZINI, M. H.; LENZ, G. F. Estudo da eficiência de polímero natural extraído do cacto mandacaru (*Cereus jamacaru*) como auxiliar nos processos de coagulação e floculação no tratamento de água. **Revista de Estudos Ambientais**, v.14, n.2, p.75-83, 2012.



## AValiação DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE SUSHIS COMERCIALIZADOS NA REGIÃO DO BREJO PARAIBANO

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL SUSHI COMERCIALIZADO EN LA REGIÓN DEL BREJO PARAIBANO

## ASSESSMENT OF THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF SUSHI MARKETED IN THE BREJO PARAIBANO REGION

Felipe Bezerra de Oliveira<sup>1</sup>; Antonia Dayane Jenyffer de Farias Marques<sup>2</sup>; Jeronimo Galdino dos Santos<sup>3</sup> Carlos Roberto Marinho da Silva Filho<sup>4</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.91-106>

### RESUMO

A busca por um estilo de vida saudável vem aumentando e atingindo cada vez mais indivíduos que procuram alimentos que se adequem a esse quesito, como os da culinária japonesa. Apesar dos pratos serem considerados benéficos a saúde, a característica altamente perecível, pela presença do peixe cru, aliado a um preparo com elevada manipulação, aumenta os riscos de contaminação. Assim, considerando que o sushi é o prato tradicional japonês mais conhecido no mundo, identificado como peixe cru, justifica-se a necessidade do estudo dos perigos inerentes a este alimento. Nesse contexto, a qualidade sanitária de amostras de sushis (n=15) à base de salmão preparados em restaurantes (n=5) especializados em culinária japonesa da região do Brejo Paraibano (Brasil) foi investigada, tendo como modelos microbiológicos: contagem de coliformes e de coliformes termotolerantes, contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e de bolores, contagem de estafilococos coagulase positivo, contagem de *Bacillus cereus* e pesquisa de *Salmonella* spp. A avaliação da qualidade e segurança microbiológica baseou-se na metodologia estabelecida pela *American Public Health Association* (APHA). Verificou-se que 53,3% das amostras apresentaram contagem de coliformes termotolerantes acima dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e bolores tiveram valores que variaram de  $8 \times 10^2$  a  $4,5 \times 10^5$  UFC/g e de  $2,4 \times 10^2$  a  $2,4 \times 10^5$  UFC/g, respectivamente. Quanto aos patogênicos, 6,6% das amostras tinham contagem de estafilococos coagulase positivo acima do limite ( $>5 \times 10^3$  UFC/g) e, em 13,3%, presença de *Salmonella* spp. Não houve crescimento de *B. cereus* em nenhuma das amostras. De acordo com os dados obtidos, medidas higiênicas-sanitárias mais rigorosas devem ser adotadas, a fim de controlar os possíveis riscos potenciais à saúde do consumidor.

**Palavras-Chave:** sushi, segurança alimentar, microbiologia de alimentos.

### RESUMEN

A estrutura de um estilo de vida saudável tornou-se aumentada e legada cada vez mais indivíduos que buscam alimentos que se adaptam a este aspecto, como a cozinha japonesa. Se bem os pratos são filhos benéficos para a saúde, a característica altamente perecedera, devido a presença de pescado cru, combinada com uma preparação com alta manipulação, aumenta os riesgos de contaminação. Assim, considerando que o sushi é o prato tradicional japonês mais conhecido no mundo, identificado como pescado cru, se justifica a necessidade de estudar os peligros inerentes a este alimento. Neste contexto, se investigó la calidad sanitaria de muestras de sushi (n=15) uma base de salmón preparada em restaurantes (n=5) especializada em cozinha japonesa de la región de Brejo Paraibano (Brasil), usando

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Graduação em Agroindústria da Universidade Federal da Paraíba/UFPB, João Pessoa-PB, Brasil, [carlosmarinho.parisbrasil@gmail.com](mailto:carlosmarinho.parisbrasil@gmail.com)

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba/UFPB, João Pessoa-PB, Brasil, [dayane.gfm@gmail.com](mailto:dayane.gfm@gmail.com)

<sup>3</sup> Técnico do Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba/UFPB, Bananeiras-PB, Brasil, [jero20@ig.com.br](mailto:jero20@ig.com.br)

<sup>4</sup> Doutor em Química. Professor Associado do Curso de Bacharelado em Agroindústria da Universidade Federal da Paraíba/UFPB, Bananeiras-PB, Brasil, [carlito.marinho@gmail.com](mailto:carlito.marinho@gmail.com)

como modelos microbiológicos: contos de coliformes e termotolerantes. coliformes, microrganismos aeróbios mesófilos e recuentos de mohos, recuentos de estafilococos coagulasa positivos, recuentos de *Bacillus cereus* y *Salmonella* spp. A avaliação da qualidade e segurança microbiológica se baseou na metodologia estabelecida pela *American Public Health Association* (APHA). Se consta que os 53,3% de las muestras apresentam recuentos de coliformes termotolerantes por encima de los límites establecidos pela legislação brasileira. Os conteúdos de microrganismos aeróbios mesófilos e mohos tuvieron valores que oscilaram entre  $8 \times 10^2$  e  $4,5 \times 10^5$  UFC/g y entre  $2,4 \times 10^2$  e  $2,4 \times 10^5$  UFC/g, respectivamente. Em relação aos patógenos, o 6,6% de las muestras apresenta um recuo positivo de estafilococos coagulasa por encima del umbral ( $>5 \times 10^3$  UFC/g) y, en el 13,3%, presença de *Salmonella* spp. No hubo crecimiento de *B. cereus* en ninguna de las muestras. Após os dados obtidos, se deben adotar medidas higiénico-sanitárias mais estritas com o recurso de controle dos possíveis riscos potenciais para a saúde do consumidor.

**Palabras Clave:** sushi, segurança alimentar, microbiologia de alimentos.

#### ABSTRACT

The search for a healthy lifestyle has been increasing and reaching more and more individuals looking for foods that suit this aspect, such as Japanese cuisine. Although the dishes are considered beneficial to health, the highly perishable characteristic, due to the presence of raw fish, combined with a preparation with high handling, increases the risks of contamination. Thus, considering that sushi is the best-known traditional Japanese dish in the world, identified as raw fish, the need to study the inherent dangers of this food is justified. In this context, the sanitary quality of sushi samples ( $n=15$ ) based on salmon prepared in restaurants ( $n=5$ ) specialized in Japanese cuisine in the Brejo Paraibano region (Brazil) was investigated, using as microbiological models: coliform counts and thermotolerant coliforms, aerobic mesophilic microorganisms and mold counts, coagulase positive staphylococci counts, *Bacillus cereus* counts and *Salmonella* spp. The assessment of microbiological quality and safety was based on the methodology established by the American Public Health Association (APHA). It was found that 53.3% of the samples showed thermotolerant coliform counts above the limits established by Brazilian legislation. The counts of aerobic mesophilic microorganisms and molds had values ranging from  $8 \times 10^2$  to  $4.5 \times 10^5$  CFU/g and from  $2.4 \times 10^2$  to  $2.4 \times 10^5$  CFU/g, respectively. As for the pathogens, 6.6% of the samples had a positive coagulase staphylococci count above the threshold ( $>5 \times 10^3$  CFU/g) and, in 13.3%, the presence of *Salmonella* spp. There was no growth of *B. cereus* in any of the samples. According to the data obtained, more stringent hygienic-sanitary measures must be adopted in order to control the possible potential risks to the health of the consumer.

**Keywords:** sushi, food safety, food microbiology.

#### INTRODUÇÃO

Devido a uma globalização crescente, assiste-se cada vez mais a trocas culturais, abrangendo também a gastronomia e envolvendo a introdução de novos pratos gastronômicos importados de outros países. Neste contexto, o sushi é decerto o prato tradicional japonês mais conhecido no mundo. Ao viajarmos para qualquer país, certamente encontraremos um restaurante japonês e este seguramente terá como prato principal o sushi, um alimento típico à base de pescado cru e/ou arroz japonês e/ou alga marinha, preparado manualmente (PATROCINIO, 2009).

O pescado destinado à alimentação humana necessita de cuidados em relação à higiene e processamento, desde a captura até a mesa do consumidor (ARGENTA, 2012), uma vez que estão sujeitos a diferentes perigos microbiológicos. Germano e Germano (2004) alertaram que a qualidade e a inocuidade do pescado podem ser estimadas através da pesquisa de diversos

indicadores, como os aeróbios mesófilos e coliformes. A enumeração de aeróbios mesófilos fornece uma estimativa da população geral de microrganismos presentes, e altos níveis de contaminação estão associados à baixa qualidade. Já uma elevada contagem de coliformes podem indicar, de uma maneira geral, a contaminação de origem fecal.

O consumo de pescado pode ser, também, veiculador de microrganismos patogênicos para o ser humano, a maior parte deles, frutos de contaminação ambiental, a destacar os do gênero *Vibrio*. Merecem destaque, ainda, as bactérias do gênero *Salmonella*, tanto de origem humana (*S. Typhi* e *S. Paratyphi*), quanto as de origem animal (*Salmonella* não tifóide), ambas podendo ser associadas a contaminação fecal no ambiente aquático ou durante a manipulação. Dentre as consequências diretas da manipulação inadequada, são apontados *Staphylococcus aureus* e outros *Staphylococcus* coagulase positivo, ambos de origem humana, encontrados nas mucosas e superfície da pele, e que podem encontrar no pescado ambiente favorável para sua multiplicação. Outros agentes bacterianos que podem contaminar o pescado e causar risco à saúde, são as estirpes psicrotróficas de *Bacillus cereus* que podem produzir enterotoxinas nos alimentos elaborados à base de peixe, sobretudo os com pH superior a 6,0. Do gênero *Listeria* sp., a espécie *Listeria monocytogenes* é a associada a doenças transmitidas por alimentos, devido à ingestão de alimentos contaminados. Esta bactéria é amplamente encontrada no ambiente e no trato intestinal de animais e motivo de preocupação para as indústrias que produzem alimentos prontos para consumo, incluindo pescado, uma vez que apresenta resistência a diversas etapas de cura e defumação a frio sendo capaz de sobreviver a temperaturas de refrigeração (SANTOS e VIEIRA, 2013).

Em consonância, chamamos à atenção para os perigos inerentes ao sushi na veiculação de doenças de origem alimentar transmitidas ao ser humano pelo consumo de peixe cru. Deste modo, num estudo efetuado na ilha Formosa (Taiwan) realizado por Fang *et al.* (2005), citados por Silva (2007), em amostras disponíveis nas lojas de conveniência de sushi como prato pronto para o consumo mantido a 18°C verificou-se que *Escherichia coli* estava presente em uma (4,6%) amostra de sushi e em quatro (16%) amostras de temakis. Barralet *et al.* (2005), ao investigar surtos de *Salmonella* na Austrália, registaram doze casos associados ao consumo de sushi.

Na preparação de iguarias como o sushi, preparadas manualmente, além da contaminação do pescado, o contato direto do alimento com as mãos pode levar ao aumento da incidência de bactérias indicadoras de higiene patógenos como *Staphylococcus aureus* e coliformes termotolerantes. Segundo Silva (2007), preparações muito manipuladas são consideradas de alto risco, especialmente quando elaboradas por pessoas que não possuem

treinamento adequado. Além disso, preparações à base de pescado cru oferecem risco ainda maior à saúde pelo fato de não serem submetidos a tratamentos bactericidas como a cocção.

Os manipuladores de alimentos têm papel importante para a qualidade das preparações. A saúde e higiene destes profissionais são fundamentais para garantir um alimento seguro (FREITAS *et al.*, 2009). Desta forma, medidas de segurança alimentar tornam-se imprescindíveis, devendo ser estabelecidas as etapas e os procedimentos da cadeia produtiva, desde a recepção das matérias-primas até a elaboração do produto final com embasamento nas normas estabelecidas pela legislação vigente, como as Boas Práticas de Fabricação (SEIXAS *et al.*, 2008).

Sendo assim, no presente estudo, a qualidade sanitária de amostras de sushis à base de salmão, preparados em restaurantes especializados em culinária japonesa da região do Brejo Paraibano (Brasil), foi investigada tendo como modelos microbiológicos os indicadores de higiene (contagem de coliformes e de coliformes termotolerantes), indicadores de qualidade (contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e de bolores) e patogênicos (contagem de estafilococos coagulase positiva, contagem de *Bacillus cereus*, além da pesquisa de *Salmonella* spp.).

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Culinária japonesa e o consumo de sushi no Brasil

A dieta baseada no consumo de pescado cru originária da cultura japonesa foi globalizada recentemente, sendo oferecida no Brasil em restaurantes especializados, não especializados e em redes de *fast food*. Este tipo de alimentação se popularizou por promover melhorias na saúde do consumidor e conter baixas calorias. Conforme reportado por Sousa (2015), no Japão, as tradições alimentares são importantes ferramentas para promoção de um aumento na vitalidade e longevidade dos japoneses.

O pescado é uma alternativa de alimentação saudável, pois representa uma excelente fonte de proteína animal (ALCÂNTARA, 2009). Em tal contexto, esse produto se destaca quanto à qualidade e quantidade de suas proteínas, vitaminas A e D, minerais como cálcio, fósforo, ferro, cobre, selênio e, no caso dos peixes de água salgada, iodo, além de ser fonte de ácidos graxos essenciais (SARTORI e AMANCIO, 2012).

Popularmente, os pratos da culinária japonesa são os sushis, compostos de arroz cozido temperado com vinagre e enrolado com recheios variados, e os sashimis, que são constituídos de pedaços de peixes *in natura* cortados em filés finos (CARROLL, 2009). É provável que os brasileiros já consumam pescado na média mínima recomendada pela Organização Mundial da

Saúde (OMS), de 12 quilos por habitante/ano (BRASIL, 2013). Assim, a opção por comida japonesa, com seus pratos leves e nutritivos tais como sushi e sashimi, cresceu na decisão do consumidor (SILVA, 2014). Mas do ponto de vista de saúde pública, o uso dos ingredientes *in natura* gera preocupação relacionada com a qualidade microbiológica desses alimentos (SATO, 2013).

### **Qualidade microbiológica de sushis e as doenças transmitidas por alimentos**

Segundo o Ministério da Saúde as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) têm emergido como um grande problema econômico e principalmente de saúde pública. Os problemas com DTA estão relacionados com as várias mudanças globais, tais como o crescimento da população, pobreza, exportação de alimentos e rações animais, que estão ligadas a segurança alimentar internacional (BRASIL, 2010). Mais especificamente, as doenças de origem alimentar estão diretamente ligadas as condições de saneamento e qualidade de água para consumo humano, higiene pessoal inadequada e consumo de alimentos contaminados.

No cenário acima, o sushi é um alimento que não sofre qualquer tipo de processamento térmico, à exceção do arroz que é cozinhado, e por isso encontra-se associado a vários perigos microbiológicos em especial pelo uso de peixe e marisco crus. Assim, práticas deficientes de higiene e fabrico por parte dos manipuladores na confeção do sushi, podem implicar perigos biológicos graves (FENG, 2012).

Existem vários passos para que o pescado chegue ao consumidor, chamado cadeia de produção de alimentos. Sendo assim a contaminação pode ocorrer em qualquer ponto ao longo desta cadeia (durante a produção, processamento, distribuição ou até na preparação). Um exemplo de contaminação de peixes no momento da produção é que peixes em cativeiros podem ingerir criaturas marinhas menores que contem alguma toxina. Um exemplo de contaminação no processo seria se utilizasse água ou gelo contaminado por algum microrganismo, ou contaminação em uma linha de processamento. Já na distribuição pode ocorrer alguma falha no resfriamento do baú do caminhão, onde aquele produto pode vir a perecer. Já a contaminação na hora da preparação está relacionada a utensílios mal higienizados, funcionários doentes e que não lavam as mão após deixarem o banheiro e contaminação cruzada entre alimentos que vão ser comidos crus com alimentos que já passaram por um processo de cozimento (CDC, 2017).

Na Austrália, entre os anos de 2001 e 2007, foram relatados 10 surtos, afetando 84 pessoas com 7 hospitalizadas, associados com o consumo de sushi, tendo como agente causal *Salmonella* e *E. coli*. Isto representou 1,4% de todos os surtos de origem alimentar notificados

(NSW, 2014). Foi relatado um surto por infecção de *Escherichia coli* enterotoxigênica em Reno, Nevada-EUA no ano de 2004 e no mesmo ano ocorreu um surto em 20 estados por intoxicação por *Salmonella* também nos EUA, os dois relacionados com o consumo de sushi contaminado (LIANG *et al.*, 2016).

O Center for Food Safety (CFS) fez um estudo no ano de 2014 onde foram coletadas 197 amostras, sendo 98 amostras de sushi e 99 amostras de sashimi de diferentes restaurantes licenciados em Hong Kong. Foram analisadas para aeróbios mesófilos (AM), *E. coli* (EC), *Salmonella* spp., *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* e *Vibrio parahaemolyticus*. Dos 197 sushi e sashimi analisados, quatro (2%) excediam os limites de concentração de AM e EC (MICROBIOLOGICAL, 2015).

Já no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) preconiza que a tolerância bacteriana por grama de sushi é de até 100 coliformes termotolerantes, 5.000 *Staphylococcus* coagulase positivo, 1.000 *Vibrio parahaemolyticus* e ausência de *Salmonella* em 25g de produto (BRASIL, 2001). Sendo assim um estudo realizado em Sobral (Ceará), em 2007, analisou 51 amostras de sashimi de salmão e camarão encontrou que 25 (49%) tinham *Staphylococcus* e 26 (51%) tinham *Vibrio* spp, mostrando que boa parte dessas amostras estavam impróprias para o consumo (COSTA *et al.*, 2007)

### **Legislação brasileira e limites microbiológicos para sushis**

A segurança alimentar é um desafio atual à saúde pública, uma vez que visa oferecer alimentos inócuos e manter a integridade da saúde do consumidor (PILLA, 2009). Em 1961 foi regulamentado o Código Nacional de Saúde que estabeleceu as normas gerais a respeito da defesa e proteção da saúde, em que coube ao Ministério da Saúde a atuação na regulação dos alimentos, produtos e pessoas (BAICERE, 2009). O objetivo da Vigilância Sanitária (VISA) em relação aos alimentos é fiscalizar, licenciar e cadastrar os estabelecimentos que produzem, comercializam, distribuem e/ou armazenam alimentos; bem como a fiscalização do transporte dos produtos alimentícios (GERMANO e GERMANO, 2011). Outra atividade típica da VISA é a investigação de surtos de toxinfecção alimentar, geralmente essa ação é realizada em conjunto com a Vigilância Epidemiológica e com os Laboratórios de Saúde Pública (COSTA e KOBAYASHI, 2012).

No Brasil, o atual Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos é preconizado pela RDC nº. 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que em seu item 22 para “Pratos Prontos Para Consumo” estabelece para pescados e similares crus (quibe cru, carpaccio, sushi, sashimi, etc.), os microrganismos e suas

tolerâncias. Esses alimentos, para serem seguros ao consumo humano, devem respeitar os limites estabelecidos na legislação para microrganismos termotolerantes ( $\leq 10^2$  UFC/g), *Staphylococcus coagulase positiva* ( $\leq 5 \times 10^3$  UFC/g), *Vibrio parahaemolyticus* ( $\leq 10^3$  UFC/g) e *Salmonella* (ausência) (BRASIL, 2001).

## METODOLOGIA

Para a realização desse estudo foram recolhidas quinze amostras de sushis, em três coletas, durante os meses de fevereiro a abril de 2022, em cinco restaurantes especializados em comida nipônica e localizados na região do Brejo Paraibano. Os mesmos foram identificados arbitrariamente como: A, B, C, D e E. As preparações foram acondicionadas em recipientes para transporte do próprio estabelecimento, e em seguida identificadas e lacradas, sendo então armazenadas em caixas térmicas com baterias de gelo, a fim de assegurar a temperatura de exposição até a entrega ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos (campus III da UFPB). Para a indicação de higiene nas amostras realizou-se a determinação do número mais provável (NMP) de coliformes a 35°C e de coliformes termotolerantes. Para a indicação da qualidade microbiológica foi realizada a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e de bolores. Para a verificação de patogênicos foi realizada a contagem de estafilococos coagulase positivo e de *Bacillus cereus*, além da pesquisa de *Salmonella* spp. Os procedimentos foram realizados com base na metodologia preconizada pela *American Public Health Association* (APHA, 2001).

Para as análises de coliformes totais e termotolerantes foram retirados 25g da amostra e diluído em 225 ml de solução de água peptonada tamponada, selecionando posteriormente mais duas diluições ( $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ). Com o auxílio de uma pipeta, inoculou-se uma série de 1 ml de cada diluição em três tubos com uma solução de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) contendo tubos de Durham invertido em cada tubo (total de nove tubos). Depois de adicionados e incubados a 35 °C por 24-48 horas, foi verificado se houve turvação do meio ou produção de gás. Uma vez positivo, semeou-se uma alçada do caldo presente em tubos contendo Caldo Verde Brilhante (incubados a 35 °C) durante 24-48 horas para a confirmação de coliformes totais, e em tubos contendo Caldo Escherichia coli (EC) incubados a 44,5 °C em banho-maria por um período de 24-48 horas para confirmação de coliformes termotolerantes. Utilizado o método do Número Mais Provável (NMP) foi feita uma contagem probabilística do resultado.

Na análise de microrganismos aeróbios mesófilos, as diluições seriadas ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) foram semeadas (1 ml) em profundidade no meio de cultura Plate Count Agar (PCA). Incubaram-se as placas invertidas a 35 °C por 48 horas e, logo após, retirou-se as placas da estufa fazendo contagem das colônias e expressando o resultado em UFC/g. Para a análise de

bolores, a partir das diluições seriadas ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ), foram semeadas 1 ml da amostra em profundidade em meio Ágar Batata Dextrose (BDA), suplementado com solução de ácido tartárico a 10%. Incubaram-se as placas invertidas a 25 °C por 3 a 5 dias e, logo após, retirou-se as placas da estufa, fazendo contagem das colônias típicas de fungos filamentosos e não filamentosos, e expressando o resultado em UFC/g.

Para a contagem de estafilococos coagulase positivo, as diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) foram semeadas (0,1 ml) em superfície com alça de Drigalski em meio Ágar Vogel-Johnson suplementado com solução de telurito de potássio. Incubaram-se as placas invertidas a 35 °C por 48 horas e, logo após, as amostras que apresentaram colônias típicas foram selecionadas e submetidas à confirmação pela prova da coagulase. Na análise de *Bacillus cereus*, a partir das diluições seriadas ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ), foram semeadas 0,1 ml da amostra em meio cromogênico Ágar HiCrome Bacillus, incubou-se as placas invertidas a 30 °C por 24 horas e, logo após, as colônias sugestivas do grupo foram contadas e submetidas às provas bioquímicas para confirmação.

Para resultados de *Salmonella* spp., o procedimento utilizado foi dividido em quatro etapas. Na etapa de pré-enriquecimento, 25g da amostra foi diluída em 225 ml de Caldo lactosado (CL) incubado por 18-20 horas a 35 °C. Em seguida, na etapa do enriquecimento seletivo, volumes de 1 ml foram transferidos para dois diferentes meios de enriquecimento, Caldo Selenito Cistina (SC) e Caldo Tetracionado (TT), contendo 10 ml de cada, e incubados por 24 horas a 43 °C. Após este procedimento, na etapa de plaqueamento seletivo diferencial, fez-se o plaqueamento em meio de cultura Ágar Salmonella Diferencial (SD) e Ágar XLD, durante 18-24 horas a 35 °C. Para a confirmação preliminar de colônias típicas de *Salmonella* foi utilizadas provas bioquímicas de testes em meio Ágar Lisina Ferro (LIA) e Ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI). A confirmação serológica para cultivos que na identificação presuntiva apresentassem reações condizentes com o gênero foi realizada transferindo-os, com alça níquel-cromo, para laminas de vidro contendo gotas de solução fisiológica. Após a homogeneização da colônia com a solução fisiológica na lâmina, seria acrescentada uma gota de soro anti-*salmonella* polivalente somático-O, seguido de movimentação da lâmina para leitura. Se ocorresse aglutinação na mistura, a prova seria considerada positiva.

Os critérios microbiológicos utilizados para a interpretação dos resultados foram os citados pela RDC 12/01 da ANVISA (BRASIL, 2001) para pratos prontos para o consumo à base de pescados e similares crus. Os valores máximos permitidos, por parâmetro analisado para esse tipo de alimento são: coliformes a 45 °C  $\leq 10^2$  NMP/g, estafilococos coagulase positivo  $\leq 5 \times 10^3$  UFC/g; *Bacillus cereus*  $\leq 10^3$  UFC/g e ausência de *Salmonella* spp. em 25 g

de alimento. A legislação vigente não indica os limites para a contagem em placas de microrganismos aeróbios mesófilos e bolores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, os valores obtidos para coliformes totais foram considerados elevados para todas as amostras analisadas, exceto para a amostra da 2ª coleta do Restaurante B e coletas 1 e 3 do Restaurante E. Valores bem inferiores (50 a 100 NMP/g de carne de pescado) foram observados em pesquisa feita com peixes frescos comercializados na região de Seropédica/RJ (AGNESE *et al.*, 2001). É importante ressaltar que este tipo de microrganismo não possui indicação, pela legislação vigente, de limites toleráveis para pratos prontos a base de pescado cru, porém, considera-se importante analisá-lo devido ao fato de estarem intimamente relacionados à qualidade higiênico-sanitária dos alimentos. Pelos resultados obtidos, verifica-se existirem motivos suficientes para a realização de um controle mais rígido relacionado à higiene de elaboração, armazenamento e comercialização destes produtos nos estabelecimentos comerciais visitados.

Em relação aos coliformes termotolerantes, oito das quinze amostras (53,3%) apresentaram contagem acima do limite permitido pela legislação brasileira ( $10^2$  NMP/g). Vale ressaltar que a presença de coliformes termotolerantes em alimentos processados é considerada uma indicação útil de contaminação pós-sanitização ou pós-processo, evidenciando práticas de higiene aquém dos padrões requeridos para o processamento de alimentos. Uma percentagem menor que a encontrada neste trabalho foi verificada por Sato (2013), utilizando metodologia semelhante, ao analisar amostras de sushis coletadas em estabelecimentos que comercializam comida japonesa na cidade de Jaboticabal, Ribeirão Preto e Monte Alto/SP (Brasil), sendo que 33,3% das suas amostras apresentavam valores acima do permitido em relação à população de coliformes termotolerantes. Resultados similares foram encontrados noutra cidade (Aracajú/SE, Brasil) para amostras com coliformes termotolerantes acima dos limites máximos recomendáveis (SANTOS *et al.*, 2012).

**Tabela 01:** Resultados das análises microbiológicas nas amostras de sushis provenientes de cinco restaurantes especializados em culinária nipônica localizados no Brejo Paraibano (Brasil), 2022.

Restaurantes/ Coletas <sup>a</sup>	Indicadores de Higiene		Indicadores de Qualidade			Patogênicos	
	CT (NMP/g)	CTT (NMP/g)	Mesófilos (UFC/g)	Bolores (UFC/g)	Estafilococos (UFC/g)	<i>B. cereus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> spp.

		SD <sup>a</sup>	10 <sup>2a</sup>	SD <sup>a</sup>	SD <sup>a</sup>	5x10 <sup>3a</sup>	10 <sup>3a</sup>	PRES/AUS <sup>a</sup>
A	1	1,1x10 <sup>4</sup>	1,1x10 <sup>4*</sup>	2,8x10 <sup>5</sup>	2,3x10 <sup>3</sup>	6,7x10 <sup>3*</sup>	Nc	AUS
	2	1,1x10 <sup>4</sup>	4,6x10 <sup>3*</sup>	1,1x10 <sup>5</sup>	7,8x10 <sup>2</sup>	6x10 <sup>2</sup>	Nc	PRES*
	3	1,1x10 <sup>4</sup>	1,2x10 <sup>3*</sup>	3x10 <sup>3</sup>	2,2x10 <sup>3</sup>	5x10 <sup>2</sup>	Nc	PRES*
B	1	4,6x10 <sup>2</sup>	4,6x10 <sup>2*</sup>	1,4x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>3</sup>	1x10 <sup>2</sup>	Nc	AUS
	2	9,3x10	9,2x10	1,3x10 <sup>5</sup>	8,7x10 <sup>3</sup>	0	Nc	AUS
	3	7,5x10 <sup>2</sup>	2,1x10	2,4x10 <sup>4</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	3x10 <sup>2</sup>	Nc	AUS
C	1	9,3x10 <sup>2</sup>	9,3x10 <sup>2*</sup>	9,1x10 <sup>4</sup>	4,6x10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>2</sup>	Nc	AUS
	2	1,1x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>3*</sup>	1,9x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>4</sup>	0	Nc	AUS
	3	1,1x10 <sup>3</sup>	4,6x10 <sup>2*</sup>	5,1x10 <sup>4</sup>	2,4x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>2</sup>	Nc	AUS
D	1	4,3x10 <sup>2</sup>	9,3x10	2,1x10 <sup>5</sup>	7x10 <sup>2</sup>	1,4x10 <sup>3</sup>	Nc	AUS
	2	9,3x10 <sup>2</sup>	4,6x10 <sup>2*</sup>	1,2x10 <sup>3</sup>	2,4x10 <sup>2</sup>	1,8x10 <sup>3</sup>	Nc	AUS
	3	2,4x10 <sup>2</sup>	9,3x10	4,5x10 <sup>5</sup>	2,9x10 <sup>3</sup>	6x10 <sup>2</sup>	Nc	AUS
E	1	4,3x10	2,3x10	3,1x10 <sup>3</sup>	1,7x10 <sup>3</sup>	4x10 <sup>2</sup>	Nc	AUS
	2	1,1x10 <sup>3</sup>	1,1x10	6x10 <sup>3</sup>	2,9x10 <sup>2</sup>	7x10 <sup>2</sup>	Nc	AUS
	3	4,3x10	2,3x10	8x10 <sup>2</sup>	6,5x10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>2</sup>	Nc	AUS
<b>TOTAL</b>			53,3% acima de 10 <sup>2</sup> NMP/g			6,6% acima de 5x10 <sup>3</sup> UFC/g	0%	13,3% de presença

Fonte: Própria (2022).

Legenda: (\*) Parâmetros estabelecidos pela RDC nº 12, para pratos prontos a base de pescados crus e cereais (BRASIL 2001); (\*) Valor acima do permitido; CT = Coliformes Totais; CTT = Coliformes Termotolerantes; NMP/g = Número Mais Provável por grama; UFC/g = Unidades Formadoras de Colônias por grama; nc = ausência de colônias características de *B. cereus* (<10<sup>2</sup> UFC/g); SD = Sem Dados, pois a pesquisa deste microrganismo não é preconizada pela RDC nº 12 para este tipo de alimento.

Quanto à contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, as amostras apresentaram uma variação de 8x10<sup>2</sup> a 4,5x10<sup>5</sup> UFC/g, valores estes que não puderam ser comparados com a legislação vigente, por esta não indicar os limites para a contagem em placas de bactérias. Considerando microrganismos aeróbios mesófilos, Gilbert *et al.* (2000) apresentaram uma tabela de classificação da qualidade de alimentos à base de peixes marinhos crus, em que produtos com populações inferiores a 10<sup>3</sup> UFC.g<sup>-1</sup> são considerados adequados para consumo, entre 10<sup>3</sup> e 10<sup>4</sup> são satisfatórios e acima de 10<sup>4</sup> UFC.g<sup>-1</sup> são considerados insatisfatórios. Levando-se em consideração esta classificação, pode-se afirmar que 66,7% das amostras

coletadas corresponderiam a produtos considerados insatisfatórios para a comercialização, neste estudo. Uma população elevada desses microrganismos pode indicar contaminação excessiva da matéria-prima ou durante a preparação, bem como condições inadequadas de limpeza e sanitização. Erros no processo de conservação e transporte também contribuem para aumentar as populações desses microrganismos. Segundo Jay (2005) e Forsythe (2002), contagens acima de  $10^6$  UFC/g por amostra, indicam más condições de higiene e manipulação do alimento, bem como o risco maior de contaminação. De acordo com os resultados obtidos, todas as amostras (100%) apresentaram níveis inferiores a  $10^6$  UFC/g. Os microrganismos aeróbios mesófilos são considerados como índice de sanidade, e sua ausência indica que as condições de conservação foram adequadas.

Para a contagem de bolores, as amostras apresentaram uma variação de  $2,4 \times 10^2$  a  $2,4 \times 10^5$  UFC/g, valores estes que também não puderam ser comparados com a legislação vigente, por esta não indicar os limites para a contagem desses microrganismos. A partir da dificuldade de se encontrar trabalhos científicos sobre contagem de bolores em sushis para que se pudesse comparar os valores, foi utilizado um estudo feito por Oliveira *et al.* (2010), que fez uso de métodos similares aos deste trabalho, onde foi analisada a qualidade microbiológica de peixes *in natura* comercializados em feiras livres do município de Vitória da Conquista no Estado da Bahia (Brasil) no qual, os resultados não apontaram níveis altos de contaminação por bolores e leveduras variando entre  $1,1 \times 10^2$  a  $5,0 \times 10^3$  UFC/g. Segundo Rodrigues (2005), altas contagens de bolores e leveduras indicam sanitização pobre no processamento do alimento ou uma seleção mal feita da matéria-prima introduzindo produtos contaminados. Eles são indicadores de uma má técnica de processamento e falha na higiene da planta processadora. A alta contagem pode indicar também possível presença de micotoxinas que podem apresentar riscos à saúde.

Das quinze amostras analisadas, apenas uma (6,6%) apresentou contagem de estafilococos coagulase positivo acima do valor de referência. A RDC nº 12 (BRASIL, 2001) estabelece limites máximos para a presença de estafilococos coagulase positivo em amostras, conforme o tipo de alimento. A tolerância para amostras de “pratos prontos para o consumo à base de pescados crus” é de  $5 \times 10^3$  UFC/g. Em estudo feito por Vieira *et al.* (2007), 28,1% das 32 amostras de sushis ficaram acima do permitido pela legislação. Como bactérias deste gênero fazem parte da microbiota normal da pele humana, pode ter acontecido a contaminação devido à falta de higiene dos manipuladores, principalmente quando não se utilizam equipamentos de proteção e formas de assepsias adequadas. Uma percentagem menor foi encontrada por Kim *et al.* (2011) ao analisarem a prevalência deste microrganismo em “comidas refrigeradas prontas

para consumo” (todas as variedades de sushi) comercializadas na Coréia, onde foi isolado *Staphylococcus* coagulase positivo em 5,8% das amostras.

Nas amostras avaliadas não houve crescimento de *Bacillus cereus* ( $<10^2$  UFC/g). De acordo com a Tabela 1, as mesmas estavam dentro dos padrões preconizados pela legislação para este microrganismo, que é de  $10^3$  UFC/g. Em revisão sobre contaminação de alimentos comercializados em Taiwan e utilizando metodologia semelhante à deste trabalho, Fang (2005) detectou valores variáveis de 18-40% de *Bacillus cereus*, dependendo se a amostra de sushi era feita com arroz enrolado em alga ou em cone de algas, revelando que o tipo de preparação desta iguaria também exerce influência na contaminação. Já, Millard e Rocliff (2003) verificaram que 3,6% das amostras de sushis comercializados na Austrália continham *Bacillus cereus*. Valores semelhantes foram encontrados por Alcântara (2009), onde não se verificou o crescimento desse microrganismo em sushis comercializados na cidade de Fortaleza/CE (Brasil). Na pesquisa feita por Martins (2006), as amostras de sushis apresentaram contaminação por *Bacillus cereus*, porém, foi inferior ao limite estabelecido pela RDC nº 12.

Das quinze amostras de sushis analisadas, em duas (13,3%) foi confirmada a presença de *Salmonella* spp., indicando a falta de um controle rígido de higiene dos manipuladores e o descaso com as Boas Prática de Manipulação (BPM) durante a preparação desses alimentos. Diferentemente dos resultados desta pesquisa, Alcântara (2009) não isolaram *Salmonella* em nenhuma das amostras analisadas em seus estudos, estando estas de acordo com o parâmetro preconizado pela RDC nº 12, de ausência para este patógeno em pratos prontos para consumo à base de pescados crus e cereais. Nossos resultados estão semelhantes com aqueles apresentados por Vieira *et al.* (2007) que, ao analisarem o risco microbiológico do consumo de sushi em estabelecimentos da cidade de Fortaleza-CE (Brasil), encontraram a presença de *Salmonella* em 9,4% das amostras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados desta pesquisa podem servir de modelo para avaliar a qualidade sanitária de sushis comercializados na região do Brejo Paraibano (Brasil). De acordo com os resultados obtidos, torna-se, então, importante o monitoramento dos restaurantes especializados em servir comida japonesa por parte das autoridades sanitárias, e uma conscientização dos proprietários dos estabelecimentos e manipuladores de alimentos, para que seja evitado um dano maior à saúde pública. O público também deve ser esclarecido sobre os riscos aos quais estão sendo submetidos ao consumir esse tipo de alimento servido sem tratamento térmico.

## REFERÊNCIAS

AGNESE, A. P.; OLIVEIRA, V. M. DE.; SILVA, P. P. O.; OLIVEIRA, G. A. Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes fecais e totais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica/RJ. **Revista Higiene Alimentar**, 2001. v. 15, n. 88, p. 67-70, 2001.

ALCÂNTARA, B. M. Qualidade higiênico-sanitária de sushi e sashimi servidos em restaurantes da cidade de Fortaleza: modismo alimentar e risco à saúde. **[Dissertação de mestrado]** Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará. 2009.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Committee on Microbiological for Foods. Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. Ed. Washington, 2001. 676p.

ARGENTA, F. F. Tecnologia de Pescado: Características e Processamento da Matéria Prima. **[Especialização em Produção, Tecnologia e Higiene de Alimentos de Origem Animal]**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2012.

BAICERE, M. R. de M. Formação e prática segundo os egressos do curso técnico em vigilância sanitária e saúde ambiental da baixada cuiabana. Tese (**Mestrado em Saúde Pública**). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca - Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 99 p. 2009.

BARRALET, J.; STAFFORD, R.; TOWNER, C.; SMITH P. Outbreak of Salmonella Singapore associated with eating sushi. **Comm. Dis. Intell.**, 2005; v. 28, p. 527-528, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2001. Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos. Brasília DF, [S.n.]. 2010. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_integrado\\_vigilancia\\_doencas\\_alimentos.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf). Acesso em: 21 mai. 2022.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Consumo de pescado no Brasil aumenta 23,7% em dois anos. 2013. Disponível em: <https://www.pescamadora.com.br/2013/10/consumo-de-pescado-no-brasil-aumenta237-em-dois-anos/>. Acesso em: 03 mai. 2022.

CARROLL, W. F. Sushi; Globalization through food culture; towards study of global food networks. **Education Research**, 2009. v.2, p. 451-456, 2009.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. CDC. How Food Gets Contaminated - The Food Production Chain; 2017. Disponível em: <https://www.cdc.gov/foodsafety/production-chain.html?CDC>; Acesso em 08 mai. 2022.

COSTA, F. C.; KOBAYASHI, L. P. M. A vigilância sanitária no Sistema Único de Saúde: trajetória e área de atuação. Trabalho de Conclusão de Curso (**Especialização em Saúde Coletiva e Saúde da Família**). Centro Universitário Filadélfia. Londrina, 37 p. 2012.

COSTA, R. A.; VIEIRA, G. H. F.; SILVA, G. C.; PEIXOTO, J. R. O.; BRITO, M. V.

Bactéria de interesse sanitário em sushi comercializado em Sobral- Ceará. **Boletim Técnico-Científico** do CEPENE, Local: Tamandaré. p.15-19. 2007. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepene/images/stories/publicacoes/btc/vol15/btc-vol15.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2022.

FANG, T. J. Bacterial contamination of ready-to-eat foods: concern for human toxicity. In: Watson R. R., Preedy V. R. **Reviews in food and nutrition**, 2005. p. 143-172, 2005.

FENG, C. H. I. The Tale of Sushi: History and Regulations. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 2012. v. 11, p. 205-220, 2012.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt - Porto Alegre: Artmed, 2002.

FREITAS, I. M. S.; SHINOHARA, N. K. S.; SILVA, G. D.; DEMETRIO, A. A.; AGNANI JAT; SIQUEIRA, L. P. Boas práticas de Manipulação na Culinária Japonesa. In: **Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão**. 2009, Recife. Resumos. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. São Paulo: Varela, 2004. 629p.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2011.

GILBERT, R. J.; LOUVOIS, J.; DONOVAN, T.; LITTLE, C.; NYE, K.; RIBEIRO, C. D. Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods samples at the point of sale. **Communicable Disease Public Health**, 2000, v. 3, n. 3, p. 163-167, 2000.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6º ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KIM, N. H.; YUN, A. R.; RHEE, M. S. Prevalence and classification of toxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from refrigerated ready-to-eat foods (sushi, Kimbab and California rolls) in Korea. **Journal of Applied Microbiology**, 2011, v. 111, n. 6, p. 1456-1464, 2011.

LIANG, W.; PAN, Y.; CHENG, H.; LI, T.; HOI-FU, P. Y.; CHAN, S.; The microbiological quality of take-away raw salmon finger sushi sold in Hong Kong. **Food Control**, 2016. v. 69, p. 45-50, 2016.

MARTINS, F. O. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária de preparações (sushi e sashimi) a base de pescado cru servidos em bufês na cidade de São Paulo. **[Dissertação de mestrado]** São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. 2006.

MICROBIOLOGICAL. **Quality of Sushi and Sashimi in Hong Kong** (2015). In: Center for Food Safety. Disponível em: [https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme\\_rafs/files/programme\\_rafs\\_fm\\_01\\_23\\_Report\\_e.pdf](https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/files/programme_rafs_fm_01_23_Report_e.pdf), 2015.

MILLARD, G.; ROCLIFF, S. **Microbiological quality of sushi**. Australian Capital Territory:

Department of Health, ACT Government Health Information, 2003.

NSW, Food Authority. (2008). **Report on food handling practices and microbiological quality of sushi in Austrália**. Retrieved 21-01-2014.

OLIVEIRA, A. S. DE *et al.* Qualidade microbiológica de peixes in natura comercializados em feira livre do município de Vitória da Conquista no estado da Bahia. In: **Anais do V Congresso Latino Americano e XI Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos, 2011**, Salvador, Bahia. V Congresso Latino Americano e XI Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos, 2010.

PATROCÍNIO, I. D. R. A Segurança alimentar no consumo de pescado cru com valência para a produção de sushi. **[Dissertação de mestrado]** Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 2009.

PILLA, C. S. Perfil das denúncias recebidas pelo programa de alimentos da Vigilância Sanitária de Viamão/RS. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 45 p. 2009.

RODRIGUES, P. M. **Microbiologia dos Processos Alimentares**. São Paulo: Varela, 2005.

SANTOS, A. A.; SIMÕES, G. T. N.; CRUZ, M. M.; FERREIRA, N. S. S.; LIMA, R. T. C.; TUNON, G. I. L. Avaliação da qualidade microbiológica de sushi comercializado em restaurantes de Aracaju, Sergipe. **Revista Scientia Plena**, 2012. v. 8. p. 3, 2012.

SANTOS, C. A. M. L.; VIEIRA, R. H. S. F. Bacteriological hazards and risks associated with seafood consumption in Brazil. **Rev. Inst. Med. Trop.**, 2013, v. 55, n. 4, p. 219-228, 2013.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, 2012. v. 19, p. 83-93, 2012.

SATO, R. A. Características microbiológicas de sushis adquiridos em estabelecimentos que comercializam comida japonesa. **[Dissertação mestrado]** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. 2013.

SEIXAS, F. R. F *et al.* Check-list para diagnóstico inicial das boas práticas de fabricação (BPF) em estabelecimentos produtores de alimentos da cidade de São José do Rio Preto (SP). **Revista Analytica**, 2008. v. 33, p. 36-41, 2008.

SILVA, C. A. E. **Mercado de comida japonesa no Distrito Federal: análise das oportunidades de negócio por meio de geomarketing e máquinas de suporte vetorial**. Brasília: Universidade de Brasília, 2014.

SILVA, M. L. Pesquisa de *Aeromonas* spp., *Vibrio* spp. e da qualidade sanitária de peixes comercializados na cidade de São Paulo. **[Dissertação de mestrado]** São Paulo: Faculdade de saúde pública da Universidade de São Paulo. 2007.

SOUSA, M. M. Análise dos hábitos alimentares e de consumo de pescado das populações de Leiria e Peniche. Tese (**Mestrado em Gestão de Qualidade e Segurança Alimentar**).

Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar e Instituto Politécnico de Leiria. Leiria, 2015.

VIEIRA, R. H. S. F.; SILVA, C.; CARVALHO, F. C. T.; MENEZES, F. G. R.; REIS, E. M. F.; RODRIGUES, D. P. *Salmonella e Staphylococcus* coagulase positiva em sushi e sashimi preparados em dois restaurantes da cidade de Fortaleza, Ceará. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, 2007. v. 14, p. 1-10, 2007.



## AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE LEITES COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE SOBRAL-CE

### EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LECHEs COMERCIALIZADAS EN LA CIUDAD DE SOBRAL-CE

### PHYSICO-CHEMICAL EVALUATION OF MILKS MARKETED IN THE CITY OF SOBRAL

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.107-121>

Maria Eduarda Nobre do Nascimento<sup>1</sup>; João Bruno Guilherme Mendes<sup>2</sup>; Laís Viana Vasconcelos<sup>3</sup>; Masu Capistrano Camurça Portela<sup>4</sup>

#### RESUMO

O presente estudo buscou analisar a qualidade de leites comercializados nos centros urbanos da cidade de Sobral-CE. Foram recolhidas as amostras, A, B, C, D e E, nas mesmas foram realizadas análises físico-químicas de acordo com a metodologia empregada pelo Instituto Adolf Lutz (2008), referentes aos seguintes parâmetros: densidade, gordura, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), pH e testes de alizarol, acidez titulável, bicarbonato de sódio e amido, onde para cada respectivo resultado foram feitas comparações com a legislação vigente, com o objetivo de atestar se estavam ou não de acordo com os parâmetros estabelecidos. Desse modo para a densidade das amostras, não foram reconhecidas possíveis inadequações uma vez que todas se encontram com densidade relativa entre 1,028 e 1,034. Nas amostras, B, C e D demonstraram carência de matéria gorda. No quesito de Extrato Seco Total as amostras que indicaram conformidade foram A, D e E se apresentando constante no Extrato Seco Desengordurado apenas A e D. O teste de pH dos exemplares apontou acidificação em todos os casos o que por associação já preconiza o resultado do teste de alizarol, que mais uma vez confirmou o estado acidificado dos leites. A análise de acidez titulável expressa em graus Dornic mostrou que as amostras C e E concordavam com a legislação, porém, dentro do limite de 18 °D, sugerindo sua iminente acidificação com o passar do tempo. Por fim, nas análises de bicarbonato de sódio e amido não foram relatados casos positivos o que indicada a sanidade no que se diz respeito a fraudes que buscam mascarar a acidificação por adição de alcalinos ou molhagem com adição de reconstituíntes, estes como o amido. Portanto, foi possível destacar que das cinco amostras analisadas, nenhuma se mostrou apta a consumo, estando fora do padrão principalmente ao que se diz respeito a acidificação do leite, se mostrando levemente e bastante ácidas.

**Palavras-Chave:** Padrões, Qualidade, Análises.

#### RESUMEN

El presente estudio buscó analizar la calidad de la leche vendida en los centros urbanos de la ciudad de Sobral-CE. Se recolectaron las muestras A, B, C, D y E, en las cuales se realizaron análisis físicoquímicos según la metodología utilizada por el Instituto Adolf Lutz (2008) referentes a los siguientes parámetros: densidad, grasa, extracto seco total (EST), desgrasado extracto seco (ESD), pruebas de pH y alizarol, acidez titulable, bicarbonato de sodio y almidón, donde para cada respectivo resultado se realizaron comparaciones con la legislación vigente, con el objetivo de comprobar si se encontraban o no de acuerdo con los parámetros establecidos. Así, para la densidad de las muestras no se reconocieron posibles insuficiencias ya que todas ellas tienen una densidad relativa entre 1.028 y 1.034. Las muestras, B, C y D mostraron falta de grasa. En cuanto al Extracto Seco Total, las muestras que indicaron cumplimiento fueron A, D y E, siendo constante en el Extracto Seco Desengrasado solo A y D. La prueba de pH de las muestras mostró acidificación en todos los casos, lo que por asociación ya propugna el resultado. del test de alizarol, que volvió a confirmar el estado acidificado de las leches. El análisis de acidez titulable expresada en grados Dornic mostró que las muestras C y E estaban de acuerdo con la legislación pero dentro del límite de 18 °D, sugiriendo su acidificación inminente con el tiempo. Finalmente, en el análisis de bicarbonato de sodio y almidón no se reportaron casos positivos, lo que indica cordura respecto a los fraudes que buscan enmascarar la acidificación agregando álcali o

mojando con la adición de reconstituyentes, como el almidón. Por lo tanto, se pudo resaltar que de las cinco muestras analizadas, ninguna resultó apta para el consumo, quedando fuera del estándar principalmente en lo que respecta a la acidificación de la leche, mostrándose leve y bastante ácida.

**Palabras claves:** Estándares, Calidad, Análisis.

#### **ABSTRACT**

The present study seek to analyze the quality of milk sold in the urban centers of the city of Sobral-CE. Samples A, B, C, D and E were collected, and physicochemical analyzes were performed in with sample according to the methodology used by the Adolf Lutz Institute (2008) referring to the following parameters: density, fat, total dry extract, defatted dry extract, pH and alizarol tests, titratable acidity, sodium bicarbonate and starch, where for each respective result comparisons were made with the current national legislation, with the objective of attesting if they are or not in accordance with the established parameters. For the density of the samples, possible inadequacies were not recognized since all of them have a relative density between 1.028 and 1.034. Samples, B, C and D showed a lack of fat. In terms of Total Dry Extract, the samples that indicated compliance were A, D and E, being constant in the Degreased Dry Extract only A and D. The pH test of the samples showed acidification in all cases, which by association already advocates the result of the alizarol test, which once again confirmed the acidified state of the milks. The titratable acidity analysis expressed in Dornic degrees showed that samples C and E were in accordance with the legislation but within the limit of 18 °D, suggesting their imminent acidification over time. Finally, in the analysis of sodium bicarbonate and starch, no positive cases were reported, which indicates sanity with regard to frauds that seek to mask acidification by adding alkali or wetting with the addition of reconstituents, such as starch. Therefore, it was possible to highlight that of the five samples analyzed, none were suitable for consumption, being out of the standard mainly with regard to milk acidification, showing slightly and quite acidic.

**Keywords:** Standards, Quality, Analysis .

#### **INTRODUÇÃO**

O leite e seus derivados possuem um papel importante na alimentação humana, para manutenção da saúde. Na sua composição estão presentes nutrientes essenciais e de alto valor biológico, como: proteínas, vitaminas, minerais e lipídios. Alguns estudos demonstram que o consumo de leite e derivados estão associados a um menor risco de desenvolvimento de síndrome metabólica, hipertensão, doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, como o de cólon (GOLDBOHM et al., 2011; KALUZA et al., 2010; WARENSJO et al., 2010).

É recomendado uma ingestão diária de leite e derivados para atingir a quantidade ideal de cálcio no organismo, a fim de promover a mineralização de ossos e dentes. O leite é a principal fonte de cálcio, portanto, caso haja uma baixa ingestão reflete diretamente na quantidade de cálcio absorvida. Essa rica composição do leite propicia o desenvolvimento de microrganismos patogênicos ou não patogênicos. A presença desses microrganismos pode alterar as características do leite comprometendo sua inocuidade e, além disso, a qualidade do leite cru também exerce influência direta sobre o prazo de validade, qualidade e rendimento dos derivados (OLIVEIRA et al., 2000).

As análises físico-químicas são importantes para detectar possíveis fraudes e adulterações do leite, ocasionadas principalmente pelo processamento e manipulação incorreta. Outro fator responsável pela fraude, é o aumento dos lucros na produção, ocasionando muitas

vezes o aumento do volume do leite para um maior rendimento. A necessidade de aumentar a validade do produto também é um ponto de partida para fraudes por alteração na composição, como adição de hidróxido de sódio. A adição de água com intenção de elevar o volume ou de gordura vegetal para elevar o teor de gordura são adulterações facilmente detectadas pelos métodos rotineiros (JORNAL DA UNICAMP, 2018).

Contudo, a ingestão de leite cru não é recomendada, além da ausência de um tratamento térmico adequado e não passar por acompanhamento técnico para diagnóstico de fraude no leite. A industrialização do leite é responsável pela segurança microbiológica do produto.

Com isso o presente estudo visa analisar os parâmetros físico-químicos (Densidade, gordura, EST, ESD, pH, acidez (alizarol), acidez titulável (Dornic), bicarbonato de sódio e amido) para verificar a qualidade dos leites crus refrigerados, pasteurizados e UHT comercializados na cidade de Sobral-CE.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Produção de leite no Brasil**

No Brasil, o nível de consumo de lácteos ainda é mediano, contudo, ainda é superior ao de muitos países vizinhos. No ano de 2017, o brasileiro consumiu em média 175 kg de leite, o que corresponde a duas porções diárias de leite/pessoa/dia (SIQUEIRA, 2019). De acordo com o IBGE(2019), a produção atual de leite no Brasil totalizou 34,84 bilhões de litros em 2019, (2,7%) maior que no ano anterior.

Nos estudos de Ramalho et al. (2021), foram realizadas análises estatísticas que buscavam averiguar dados sobre o consumo de leite e derivados nas residências brasileiras ao longo do período de 10 anos (2009 a 2019), evidenciando o grande consumo de produtos lácteos, na cultura brasileira. Desse modo, dentre os produtos mais consumidos estavam respectivamente o leite UHT com incidência de 93% nos lares, seguido pelo leite condensado e o creme de leite, ambos com 90% de presença na dieta brasileira. Desse modo, os autores relacionaram a grande preferência por esses produtos ao preparo e consumo de massas por serem de preparo conveniente e de grande aceitação da maioria da população.

Outro aspecto que pode ser levado em conta, é elencado por Siqueira (2021), onde a autora relata a relação entre a renda familiar e o consumo de derivados de leite, sendo esse fator mais relevante do que o próprio preço do produto, destacando que medidas governamentais também podem influir sobre o consumo geral de lácteos, tendo como principal exemplo o beneficiamento do auxílio emergencial conferido em meio a pandemia de COVID-19.

## **O leite e suas características e importância**

O leite constitui-se de um líquido branco, opaco e homogêneo. A coloração branca é resultante da dispersão da luz refletida pelas partículas de gordura, caseína e fosfato de cálcio (SCHIANO et al., 2017). São classificados conforme os sistemas de produção que, de acordo com as exigências remetem a certos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e organolépticos, que buscam caracterizar a identidade e o tipo de leite (NERO et al., 2017).

O leite é considerado um alimento importante na alimentação em função do elevado nível de nutrientes responsáveis pelo crescimento humano, como proteínas, lipídios, minerais, carboidratos e vitaminas, também é um excelente substrato para o crescimento de vários grupos de microrganismos, desejáveis e indesejáveis (AQUINO et al., 2021).

Os componentes do leite permanecem em equilíbrio, de maneira que a relação entre eles sigam estáveis, contribuindo para a manutenção da sua qualidade. Segundo Brito e colaboradores (2019), o conhecimento dessa estabilidade é a base para testes que são realizados com a finalidade de ressaltar a ocorrência de modificações na composição e qualidade do leite.

## **Possíveis adulterações no leite**

Ao longo do tempo, o homem viu a necessidade de preservar o leite, e desenvolver técnicas para conservá-lo. A Revolução Industrial/1830, foi a grande aliada nesse processo ao possibilitar novas tecnologias nas indústrias de processamento do leite. Entre as novas técnicas, destacava-se a pasteurização, criada em 1864 por Louis Pasteur que passou a ser empregada no leite em 1886 pelo químico microbiologista alemão Franz von Soxhlet (CAMOLEZE, 2019).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através de instruções normativas, regulamentam a produção, o transporte e o processamento do leite com o objetivo de adotar medidas que visem incentivar a melhoria da sua qualidade. A Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006, por exemplo, oficializa os métodos analíticos físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos (BRASIL, 2006), enquanto a IN 76/2018 aprova os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite refrigerado (BRASIL, 2018). Entretanto, por motivos socioeconômicos, nos municípios onde a maior parte da população reside na zona rural, a venda e o consumo de leite in natura ocorrem frequentemente (SOUZA, 2020).

Os estudos de SOUZA(2020) demonstram que para todas as amostras, pelo menos um parâmetro estava em desconformidade com a legislação.

Os resultados encontrados por Lampugnani e colaboradores (2018) na avaliação do perfil tecnológico e a qualidade do leite cru refrigerado produzido em 50 unidades produtoras

de leite, constituídas de propriedades rurais de pequeno, médio ou grande porte, localizados na mesorregião oeste paranaense, região sul do Brasil, indicaram que a maioria das unidades produtoras de leite cru avaliado não se enquadram aos padrões mínimos de qualidade exigidos pela legislação.

O desenvolvimento de técnicas para monitoramento da qualidade do leite, associados aos conhecimentos de pesquisadores e à legislação, possibilitam ao produtor diminuir perdas e melhorar a qualidade no processamento e produtos ofertados (VILELA et al., 2017). Os processos convencionais de pasteurização térmica são as principais técnicas empregadas para garantir a segurança microbiológica dos produtos lácteos (COUTINHO et al., 2019). Além disso, a temperatura máxima de conservação do leite é de 7 °C, nas propriedades rurais ou em tanques coletivos, enquanto, nos estabelecimentos, a temperatura deve ser de no máximo 9 °C.

Mareze e colaboradores (2015) identificaram 16 amostras de leite pasteurizado com irregularidade em pelo menos uma análise dos padrões físico-químicos estabelecidos pela legislação, sendo que quatro apresentaram alterações em duas ou mais análises. No mesmo estudo, os autores detectaram a presença de substâncias fraudulentas em sete, do total de 80 amostras analisadas e produzidas em laticínios da região norte do Paraná. A maioria das infrações encontradas foi quanto ao teor de gordura, das quais dez amostras estavam fora do padrão exigido, abaixo do mínimo de 3%.

### **Legislação**

Leite fraudado, adulterado ou falsificado é considerado quando há adição de água, subtração de qualquer um de seus componentes, adição de substâncias conservadoras ou de quaisquer elementos estranhos à sua composição (BRASIL, 1997).

O leite cru refrigerado e o leite pasteurizado recebe apenas as denominações resultantes do seu estado in natura (cru) ou já beneficiado (pasteurizado). Segundo a IN 76/2018, leite in natura é o leite produzido em propriedades rurais, refrigerado e destinado aos estabelecimentos de leite e derivados sob serviço de inspeção oficial. Já o leite pasteurizado é o leite fluido submetido a um dos processos de pasteurização previstos na legislação vigente, envasado automaticamente em circuito fechado e destinado a consumo humano direto (BRASIL, 2018).

## **METODOLOGIA**

### **Obtenção dos leites**

Foram adquiridas 5 amostras de leite na cidade de Sobral, localizada no estado do Ceará, na região Nordeste do Brasil, as mesmas foram codificadas em A, B, C, D e E. O leite cru

refrigerado foi adquirido de um pequeno produtor, identificado como amostra A, o leite pasteurizado, também proveniente de um pequeno produtor, foi identificado como amostra B. As amostras de leite UHT integral foram codificadas como C, D e E, sendo de diferentes marcas, obtidas em um supermercado de Sobral.

### **Análises Físico-químicas**

Foram determinados os parâmetros físico-químicos de densidade, gordura, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), pH, acidez (alizarol), acidez titulável (Dornic), bicarbonato de sódio e amido dos leites cru refrigerado, pasteurizado e UHT comercializados na cidade de Sobral, Ceará. As análises foram realizadas em duplicata no laboratório de Biotecnologia no Instituto Federal do Ceará, Campus Sobral, todas as metodologias utilizadas fora de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### **Densidade**

Foram adicionados 1000 ml de leite em proveta de 1000 ml, evitando a formação de espumas. Utilizou-se o termolactodensímetro introduzindo no leite cuidadosamente para romper a tensão superficial. Após a estabilização, foi realizada a leitura do nível do líquido. Essa análise foi realizada em triplicata.

#### **Gordura**

Foi adicionado ao butirômetro de Gerber de 8%, 10 ml de ácido sulfúrico com auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 ml, logo após foram adicionados 11 ml da amostra do leite utilizando uma pipeta volumétrica de 11 ml adicionando com cuidado pelas paredes do butirômetro e 1 ml de álcool isoamílico com auxílio de pipeta volumétrica de 1 ml. Posteriormente enxugaram-se as bordas do butirômetro e tampou-se com rolha adequada. Os líquidos foram agitados manualmente e logo após levado para centrífuga de Gerber e centrifugado por 5 minutos a 1000 – 2000 rpm. Após a retirada da centrífuga as amostras foram aquecidas em banho-maria a 65 °C com a rolha para baixo por 5 minutos e logo após retirou-se para observar a leitura da escala do butirômetro para realização da leitura de gordura. Essa análise foi realizada em duplicata.

### **EST**

Foi utilizado o valor da gordura e da densidade para mover as setas no disco de Ackermann e chegar ao valor do Estrato Seco Total (EST). Essa análise foi realizada sem repetições.

### **ESD**

Foram utilizados os valores correspondentes ao EST e o percentual de gordura,  $ESD = EST - \%gordura$ . Essa análise foi realizada sem repetição.

### **pH**

As amostras foram deixadas em temperatura média de 25 graus, o eletrodo do phmetro foi lavado com água destilada e seco com papel. Posteriormente foi analisado o pH do leite no béquer, após a estabilização, fez-se a leitura. Essa análise foi realizada em duplicata.

### **Teste de Alizarol:**

Foram adicionados 2 ml de solução de alizarol e 2 ml de leite em um béquer para obter-se os resultados. Essa análise foi realizada em duplicata.

### **Acidez titulável (Dornic)**

Foram adicionados 10 ml de leite em um Erlenmeyer e adicionadas 2 gotas de fenolftaleína. Posteriormente a bureta foi aferida com NaOH 0,1 M e foi aberta em gotejamento até observar-se a faixa de viragem da fenolftaleína na titulação (levemente rosa), após a faixa de viragem, a bureta foi fechada e observou-se quantos ml foram utilizados e realizada a leitura em graus dornic. Essa análise foi realizada em triplicata.

### **Bicarbonato de Sódio (reconstituente de pH)**

Foram adicionados 5 ml de leite em um tubo de ensaio e seguidamente adicionadas 4 gotas de azul de bromotimol. Observou-se a coloração final (azulada-presença de hidróxido/ amarelo-ausência). Essa análise foi realizada em duplicata.

### **Amido (reconstituente de densidade)**

Foi transferido 10 ml de leite em um tubo de ensaio e levado para o banho-maria até a fervura, por 5 minutos. Logo após, foi resfriado para a temperatura ambiente e adicionadas 5 gotas da solução de lugol. Essa análise foi realizada em duplicata.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas estão listados na tabela 01.

**Tabela 01:** Resultados das análises físico-químicas

Análises	Leite (A)*	Leite (B)**	Leite (C)***	Leite(D)****	Leite(E)*****
Densidade	1030,9±0,05	1029,3±0,11	1029,4±0,00	1031,7±0,00	1029,9±0,11
Gordura	4,8%±0,28	2,5%±0,07	2,9%±0,00	2,9%±0,28	3,2%±0,00
EST	13,74%±0,00	10,59%±0,00	11,09%±0,00	11,66%±0,00	11,58%±0,00
ESD	8,94%±0,00	8,09%±0,00	8,19%±0,00	8,77%±0,00	8,38%±0,00
pH	5,82±0,01	5,30±0,14	6,29±0,01	6,39±0,01	6,45±0,01
Alizarol	Amarelo coagulado	Amarelo coagulado	Amarelo	Amarelo coagulado	Amarelo
Acidez Titulável	0,31%±0,00	0,42%±0,01	0,18%±0,00	0,19%±0,01	0,18%±0,01
Bicarbonat o de sódio	levemente amarelo	levemente amarelo	levemente amarelo	levemente amarelo	levemente amarelo
Amido	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo

Fonte: Próprio autor(2022).

\*Leite cru refrigerado; \*\*Leite pasteurizado; \*\*\*Leite UHT marca X; \*\*\*\*Leite UHT marca Y; \*\*\*\*\*Leite UHT marca Z.

Segundo a Instrução normativa, n.º 76, de 26 de novembro de 2018, densidade relativa a 15 °C/ 15 °C (quinze graus Celsius) entre 1,028 (um inteiro e vinte e oito milésimos) e 1,034 (um inteiro e trinta e quatro milésimos). Logo, percebe-se que todas as amostras analisadas obtiveram bons resultados no quesito de densidade, e em uma primeira análise os leites estudados não foram adulterados com adição de água. A densidade do leite é variável, dependendo de sua composição e serve para controlar, até certos limites de fraudes, a desnate prévia ou adição de água(MELO, 2018). Silvestrin et al., (2022) analisaram também os dados relativos a densidades de acordo com os padrões da legislação em análise da qualidade físico-química do leite cru entregue a uma cooperativa beneficiadora do município de Juína-MT, e de modo geral os leites analisaram apresentaram uma boa qualidade.

O teor mínimo de gordura estabelecido pela legislação em leites crus refrigerados e pasteurizados é de 3,0g/100g (três gramas por cem gramas) (BRASIL, 2018). O regulamento técnico de Identidade e Qualidade do Leite UHT (BRASIL,1996) também preconiza o mínimo de 3% de gordura para leite UHT integral. Desse modo, foi possível observar que apenas os leites A e E, correspondem com os padrões estabelecidos pelas legislações. Já em relação ao restante das amostras, as mesmas deveriam apresentar a padronização do teor de gordura a 3%. A carência desse nutriente nas amostras B reconhecida como pasteurizada, C e D de caráter

UHT integral, pode ser averiguada pelo fato que lipídios podem ser influenciados pela separação da nata do leite, idade, raça ou período de lactação, nutrição, alimentação, estresse térmico, ocorrência de mastite, depressão ou falta de conforto do animal atribuindo assim consistência e rendimento ao leite (VIROLI et al. 2022). Em quesitos mais simples, como alimentação, Silvestrin et al. (2022) e Espíndola et al. (2020) afirmam que percentual de fibras na dieta bovina é um fator que influencia diretamente na fração desse integrante do leite, pois maior o teor de fibras na alimentação do animal, maior será a percentual de gordura do leite podendo variar entre 2 a 3%.

Em relação ao EST (Extrato Sólido Total) e ao ESD (Extrato sólido desengordurado), a Instrução normativa 76/2018 cita que teor mínimo de sólidos não gordurosos para leites crus refrigerados é de 8,4g/100g (8,4%) e o de EST (Extrato seco total) tendo teor mínimo estabelecido de sólidos totais de 11,4g/100g (BRASIL 2018). Logo, ao se medir o EST dos leites analisados se identificou que os leites A, D e E concordam com o teor mínimo previsto na legislação. Na análise de ESD os leites que se apresentaram nos parâmetros da legislação foram A e D, em ambos os casos, se sobressaindo, permanecendo sempre próximos ao mínimo permitido.

Segundo Ströher et al. (2021), alguns autores consideram o potencial hidrogeniônico (pH) para o leite cru refrigerado variando entre 6,60 a 6,75 ou 6,60 a 6,80. Assim como nos estudos de Viroli et al. (2022), Souza et al. (2018) e Marques et al. (2019), foram encontrados leites acidificados iguais ou abaixo do pH 6,5. Segundo Stroher et al. (2021), o aumento da temperatura diminui o valor do pH devido à dissociação da água, separado do difosfato de tricálcio e formação de ácido, desse modo, a escolha da matéria-prima de qualidade, assim como a aplicação correta do processamento é de fundamental importância.

Na amostra pasteurizada (B), foi constatada uma maior acidez, mesmo ainda estando no prazo de validade. Possivelmente esse leite sofreu acidificação por microrganismos deteriorantes, pois, se sabe que a pasteurização não elimina esse tipo de microrganismos. É um produto adquirido de leite cru de má qualidade, adjunto de sua má manipulação antes da chegada ao laticínio, como ordenha de baixas condições higiênicas sanitárias, obtendo um produto inadequado para consumo, com elevada acidez. Marques et al. (2019) ressaltam que leites com pH entre 6,5 e 6,6 é ligeiramente ácido, podendo ser leite no início da lactação, com colostro, ou princípio de desenvolvimento fermentativo. Nessa pesquisa, todas as amostras analisadas apresentaram pH ácidos, não recomendados pela legislação, confirmados pelos resultados de acidez titulável e com teste de alizarol positivo. Esses resultados indicam que

provavelmente houve falha na etapa de refrigeração logo após a ordenha, falta de higiene durante a obtenção da matéria-prima e/ou envase em recipientes mal higienizados.

Ressalta-se que a ausência de refrigeração favorece a predominância de microrganismos mesófilos que atuam intensamente na fermentação da lactose, produzindo ácido láctico e acidificação do leite (VIROLI, 2022). A acidez do leite é utilizada como indicativo da qualidade, quando relacionada ao estado de conservação, em função da relação entre a disponibilidade de lactose e a produção de ácido láctico, devida ação de microrganismos deteriorantes que convertem a lactose do leite em ácido láctico.

O teste do alizarol serve para a verificação de sua estabilidade, sendo um método simples e empregado para a verificação da resistência do leite ao tratamento térmico (pasteurização) na indústria, já no campo é o método que seleciona o leite para o seu carregamento ou não. A estabilidade da fração proteica do leite diminui com o aumento da acidez do leite (STROHER, 2021). Em estudos de Ulisses et al. (2022) 1/3 das amostras (A4, A5e A9) analisadas apresentaram resultados em desacordo com a legislação vigente em relação ao teste de alizarol. Em estudos de Mariotto et al. (2020), foi verificado que 20 amostras analisadas, três (15%) apresentaram estabilidade ao alizarol sendo considerado um Leite Instável Não Ácido (LINA). Desse modo, com a constatação de elevada ou leve acidez por parte de todas as amostras, ao aplicar o teste de alizarol se atingiu o aspecto já esperado, sendo amarelado e em certos casos coagulados pelo baixo pH. Dessa forma, o leite cru refrigerado dessa amostra, deve ser rejeitado quanto à condenação de leite pelo transportador impedindo assim que seja utilizado na fabricação de produtos de qualidade inferior, onde muitas vezes os produtores o utilizam para a fabricação caseira de queijos e/ou destinam para a alimentação animal de suínos, ou caso haja um volume muito grande, o leite é descartado em esterqueira (STROHER, 2021).

A análise de acidez titulável no leite, se enquadra como um teste quantitativo para mensurar o quanto um leite está acidificado ao titular com hidróxido de sódio, se utilizando de fenolftaleína como solução indicadora (CASTANHEIRA 2012). Para a atual legislação (IN76°, 2018), a mesma regulariza valores entre 0,14 e 0,18 g de ácido láctico a cada 100 ml (14 a 18 °D), para leites pasteurizados provenientes de bovinos (BRASIL, 2018). Logo, para os valores demonstrados nas amostras de leite analisadas, é perceptível a acidez elevada, visto que para as amostras fora do permitido, as mais elevadas foram A e B compreendem o dobro do valor permitido, e com acidez mais tênue, a amostra D. Valores de acidez acima de 18 °D indicam proliferação bacteriana, podendo indicar qualidade microbiológica inadequada, conforme relatado por Arbello et al. (2021). Desse modo, as que se enquadram no permitido, estando no

limite aceito são C e E, o que pode indicar a acidificação tardia das amostras e a baixa vida de prateleira.

A adição de alcalinos para mascarar a acidificação do leite e prevista na Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002, onde a mesma a enquadra como fraude a adição de conservante, aditivo ou substância coadjuvante, que tem por intuito mascarar a verdadeira qualidade do leite (BRASIL, 2002). Autores como Menegon (2019), preconizam a utilização de substâncias indicadoras para a detecção de alcalinos, desse modo como utilizado em laboratório, foi possível confirmar a integridade nesse aspecto das amostras, onde nenhuma acusou positivo para adição de substâncias alcalinas como o bicarbonato de sódio.

De acordo com Tronco (2008), fraudes de molhagem (Adição de água ao leite), dificilmente são realizadas isoladamente, visto que a mesma pode ser facilmente detectada por análise crioscópica ou de densidade. Assim com o intuito de mascarar a densidade do leite após a adição de água, são adicionados os reconstituintes de densidade como açúcar, sal e amido. Aragão (2021), de modo semelhante à detecção de alcalinos, relata o uso de Lugol (Solução indicadora), para a determinação de fraudes por adição de amido, ficando azul caso positivo e amarelo em caso da falta de tal substância. Dessa forma, ao se introduzir o lugol nas cinco amostras de leite utilizadas foi possível observar a falta amido como reconstituente de densidade em todas as amostras.

Estudo realizado sobre análise de leite produzido na cidade de Santana do Livramento — Rio Grande do Sul foi identificado que 40% das amostras estavam com acidez fora do padrão estabelecido pela legislação (Arbello et al. 2021). Araújo et al. (2021) realizando ensaios para determinar as fraudes em leite cru, obtiveram resultados para a análise de acidez no preconizado pela legislação. Refrigeração inadequada após a ordenha, utensílios e equipamentos mal higienizados, comercialização em garrafas PET, ponto de vendas em calçadas de residências e comércios, e exposição prolongada ao sol são fatores que contribuem para o aumento da acidez do leite (VIROLI, 2022).

No presente estudo, nenhuma das 5 amostras estavam adequadas à legislação vigente. Em um comparativo com os estudos de Ulisses et al. (2022), constatou-se que apenas aproximadamente 1/3 das amostras (A3, A6 e A7) encontravam-se em conformidade com todos os parâmetros físico-químicos estabelecidos pela IN 76/2018, de modo a ressaltar a dificuldade na adequação de requisitos preestabelecidos para assegurar a qualidade do leite.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os resultados obtidos nas cinco amostras recolhidas no comércio local da cidade de Sobral-CE, foi possível constatar que as mesmas estão inaptas para consumo, de modo que às cinco demonstraram pH ligeiramente ou bastante ácido, podendo ser atribuído a diversos fatores, como armazenamento ineficiente, más práticas de coleta e por consequência, pode haver a contaminação por microrganismos.

## REFERÊNCIAS

AMÂNCIO, O. M. S.; **A importância do consumo do leite no atual cenário nutricional brasileiro**, 2015; Sociedade brasileira de alimentação e nutrição. 6-26.[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)

AQUINO, A. A, et al. **Eficiência da prova de redutase em leite cru refrigerado**. In: AQUINO, Aureliano Alves de. (org). Estudos, pesquisa e extensão em ciências e tecnologia de alimentos. 1<sup>a</sup> ed. Curitiba: Appris, coleção geral, 2021. Disponível em: <https://books.google.com.br/>. Acesso em: 02 abr. 2022.

ARAGÃO, E. M. **Principais fraudes no leite de bovinos: tipos, métodos de detecção e impactos na saúde pública**. 2021.

ARAÚJO, J. de; GRAFF, C. A.; SILVESTRE, W. P. (2021). **Qualitative tests for the determination of fraud in raw milk: evaluation of the influence of analytical parameters of the tests and the stability of the samples as a function of time and preservation form**. Research, Society and Development, 10(11), e450101119860. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19860>

ARBELLO, D. D. R.; BRACCINI, V. P.; JIMENEZ, M. E.; ERHARTD, M. M.; RICHARDS, N. S. P. dos S. (2021). **Análise microbiológica e físico-química do leite produzido na cidade de Santana do Livramento**. Research, Society and Development, 10(6), e24310615561. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15561>

AMANCIO, O. M. S.; **A importância do consumo do leite no atual cenário nutricional brasileiro**, 2015; Sociedade brasileira de alimentação e nutrição. 6-26.[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)

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária. Instrução Normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002**. Departamento de Inspeção de Produto de Origem Animal. Brasília-DF, 2002.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físicoquímicos, para controle de leite e produtos lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários**. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p. 8, 14 dez. 2006.

BRITO, M. A.; BRITO, J. R.; ARCURI, E; LANGE, C.; SILVA, M.; SOUZA, G.  
**Composição do leite.** Agência de Informação Embrapa. Disponível em:  
[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_128\\_21720039243.ht](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_128_21720039243.html)  
ml. Acesso em: 17 jan. 2020.

CAMOLEZE, E. **O leite como alimento básico no mundo e no Brasil.** Sociedade Nacional de Agricultura. **História Agropecuária.** 2019. Disponível em:  
[https://animalbusiness.com.br/negocios-e-mercado/historia-agropecuaria/o-leite-como-](https://animalbusiness.com.br/negocios-e-mercado/historia-agropecuaria/o-leite-como-alimento-basico-no-mundo-e-no-brasil/)  
alimento-basico-no-mundo-e-no-brasil/. Acesso em: 28 mar. 2022.

CASTANHEIRA, A. C. G. **Controle de Qualidade de Leite e Derivados: manual básico comentado.** São Paulo: Cap-Lab, 2012. 368p.

COUTINHO, N. M.; SILVEIRA, M. R.; PIMENTEL, T. C.; FREITAS, M. Q.; MORAES, J.; FERNANDES, L. M.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; RANADHEERA, C. S.; BORGES, F. O.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; FERNANDES, F. A. N.; NAZZARO, F.; RODRIGUES, S.; CRUZ, A. G. **Chocolate milk drink processed by cold plasma technology: physical characteristics, thermal behavior and microstructure.** LWT – Food Science and Technology. 2019.

DE OLIVEIRA, B. P.; VIEIRA, S. M. **QUALIDADE SANITÁRIA DO LEITE UHT NO BRASIL: UMA REVISÃO.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 8, n. 4, p. 1448-1459, 2022.

ESPINDOLA, W. R.; NASCENTE, E. de P.; ERZÊDA, M.; TEODORO, J. V. da S.; GONÇALVES, G. B.; CASTRO, R. D. de; MARTINS, M. E. P.; SOUZA, W. J. de. (2020). **Qualidade do leite cru refrigerado produzido na microrregião de Pires do Rio, Goiás, Brasil.** Research, Society and Development,9(7), e153973958.  
<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3958>

LAMPUGNANI, C; PERIN, A. P.; ZIECH, R. E.; CAXIAS JÚNIOR, O. A.; MONTANHINI, M. T. M.; BERSOT, L. S. **Qualidade do leite cru refrigerado e características da produção leiteira na mesorregião oeste paranaense, Brasil.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. 2018.

MAREZE, J. ; MARIOTO, L. R. M.; GONZAGA, N.; DANIEL, G. C.; TAMANINI, R.; BELOTI, V. **Detecção de adulterações do leite pasteurizado por meio de provas oficiais.** Semina: Ciências Biológicas e da Saúde. 2015.

MARIOTO, L. R. M.; DANIEL, G.C., GONZAGA, N.; MAREZE, J.; TAMANINI, R.; BELOTI, V.(2020). **Potencial deteriorante da microbiota mesófila, psicrotrofica, termodúrica e esporulada do leite cru.** Ciência Animal Brasileira, 21. 10.1590/1809-6891v21e-44034.<https://www.scielo.br/j/cab/a/5scPhJrpH7kwprxMzJbnRvg/?lang=pt>

MARQUES, T.; PIRES, P.; LEÃES, F. (2020). **Avaliação da qualidade de leite cru refrigerado de produtores assistidos pela EMATER/RS no município de São Luiz Gonzaga (RS).** Revista Principia -Divulgação Científica E Tecnológica Do IFPB, 1(52), 117-128.

MELO, C. W. B. de.; BARBOSA, F. R.; PEREIRA, D. E. (2018). **Avaliação da qualidade do leite cru refrigerado obtido em propriedades rurais localizadas no estado da Paraíba.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 20(2),.137-142.137

MENEGON, T.. **Avaliação dos parâmetros de qualidade de queijo mussarela obtido a partir de leite armazenado e de leite fresco.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 76, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2018. **Identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A.** Brasil, 2018.

NASCIMENTO, I. A.; GALVÃO, E. L. **Análises dos parâmetros físico-químicos do leite bovino cru refrigerado dos pequenos agropecuaristas do sertão de Angico.** Repositório UFERSA, 2-11. [https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4878/1/IzaacAN\\_ART.pdf](https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4878/1/IzaacAN_ART.pdf)

NERO, L. A.; DA CRUZ, A. G.; BERSOT, L. S. **Produção, Processamento e Fiscalização de Leites e Derivados.** Editora: Atheneu. São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, 2017.

RAMALHO, B. C. F.; SIQUEIRA, K. B. Evolução do consumo de lácteos no Brasil. In: **Embrapa Gado de Leite-Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE LEITE, 25., 2021, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2021., 2021.

SCHIANO, N. A.; HARWOOD, W. S.; DRAKE, M. A. **A 100-year review: sensory analysis of milk.** Journal of Dairy Science. 2017

SILVA, G. W. N.; OLIVERA, M. P.; LEITE, K. D.; OLIVEIRA, M. S.; SOUSA, B. A. A. (2017). **Avaliação físico-química de leite in natura comercializado informalmente no Sertão Paraibano.** Revista Principia. Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB,35, 34-41.

SILVESTRIN, P. D.; SODRÉ, L. W. de B.; OLIVEIRA, A.P. de. (2022). **Análise da qualidade físico-química do leite cru entregue auma cooperativa beneficiadora do município de Juína-MT.**Research, Society and Development,11(1), e59811125476. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25476>

SIQUEIRA, K. B. **O mercado consumidor de leite e derivados. Embrapa: Circular Técnica 120.** Juiz de Fora. 2019.

SIQUEIRA, K. B. O efeito renda no consumo de lácteos no Brasil: uma análise do período da pandemia. **Embrapa Gado de Leite-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E),** 2021.

SOUZA, J. V.; PAIVA, B. L. F.; SANTOS, A. F. C.; FONTENELE, M. A.; ARAÚJO, K. S. da S.; VIANA, D.C. (2018). **Avaliação dos parâmetros físico-químicos do leite "in natura" comercializado informalmente no município de Imperatriz MA.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável,8(4), 1-6.

SOUZA, S. C. de. **Avaliação da qualidade de leites in natura comercializados no município de Areia/PB.** Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Bacharelado em Química da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2020.

STROHER, J. A.; NUNES, M. R. dos S.; JÚNIOR, L. C. O. dos S.; SCHROETTER, L. F. (2021). **Análise da qualidade do leite de produtores do Norte do Estado do Rio Grande do Sul (RS).** Research, Society and Development, 10(11), e415101119580. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19580>

ULISSES, A. de F.; PÍCCOLO, M. da P.; RANGEL, O. J. P.; SANTOS JÚNIOR, A. C.; JÚNIOR, J. de A. M. **Refrigerated raw milk: microbiological, physical-chemical quality and detection of antibiotic residues.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 1, p. e48111123708, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.23708.

VILELA, D.; RESENDE, J. C.; LEITE, J. L. B.; ALVES, E. **A evolução do leite no Brasil em cinco décadas.** Revista de Política Agrícola. 2017.

VIROLI, et al. **Avaliação dos parâmetros físico químicos e microbiológicos do leite cru informal envasados em garrafas PET comercializados em bairros periféricos em um município da região norte do Brasil.** Research, Society and Development, v. 11, n.3, 2022.



## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA EM VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS

## AVALIAÇÃO DA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN VERDURAS MÍNIMAMENTE PROCESADAS

## EVALUATION OF MICROBIAL QUALITY IN FRESH VEGETABLES

Carlos Roberto Marinho da Silva Filho<sup>1</sup>; Antonia Dayane Jenyffer de Farias Marques<sup>2</sup>; Jeronimo Galdino dos Santos<sup>3</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.122-139>

### RESUMO

A procura por vegetais prontos para consumo e com características semelhantes às do produto fresco tem crescido de maneira significativa, destacando-se o mercado dos vegetais minimamente processados, que são definidos como quaisquer frutas ou hortaliças que foram alteradas fisicamente a partir de sua forma original e mantidas em seu estado fresco. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a contaminação microbiológica de frutas e hortaliças minimamente processadas comercializadas na região metropolitana de João Pessoa, Paraíba, Brasil, através de indicadores de higiene (contagem de coliformes totais e termotolerantes) e de patogenicidade (contagem de estafilococos coagulase positivo e pesquisa de *Salmonella* spp.). Cinco espécies de frutas, e três de hortaliças, foram coletadas semanalmente, e durante 3 semanas consecutivas nos hipermercados locais, totalizando 24 amostras. Seguindo critérios amostrais de acesso livre e intencional, os produtos foram escolhidos de acordo com a disponibilidade das frutas e hortaliças minimamente processadas nos hipermercados, estando acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido, envoltas por filme de polietileno e armazenadas em balcões refrigerados. Toda a avaliação baseou-se nos métodos preconizados pela *American Public Health Association* (APHA). Verificou-se que nenhuma amostra apresentou contagem de coliformes termotolerantes acima dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. A contagem de coliformes totais tiveram valores que variaram de < 3 NMP/g à 93 NMP/g nas frutas e de < 3 NMP/g à 39 NMP/g nas hortaliças. Quanto aos patogênicos, 87,5% tinham contagem de estafilococos coagulase positivo acima de 10<sup>3</sup> UFC/g e, em 20,8%, presença de *Salmonella* spp. Os resultados obtidos revelaram produtos de baixa qualidade e/ou inaceitáveis, e que medidas eficazes de controle higiênico-sanitárias devem ser adotadas para minimizar os riscos à saúde dos consumidores.

**Palavras-Chave:** frutas, hortaliças, segurança alimentar, microbiologia de alimentos.

### RESUMEN

A demanda de listas de verduras para consumo com características semelhantes aos dos produtos frescos tem aumentado significativamente, com ênfase no mercado de verduras minimamente processadas, que se define como las frutas ou verduras que tem fisicamente sua forma original e conservada em seu estado fresco. Neste contexto, apresentamos o estudio tuvo como objetivo avaliar a contaminação microbiológica de frutas e verduras minimamente processadas vendidas na região metropolitana de João Pessoa, Paraíba, Brasil, um percurso de indicadores de higiene (recuento de coliformes totales e termotolerantes) e patogenicidade (recuento de coagulasa positiva). estafilococos e búsqueda de *Salmonella* spp.). Cinco especies de frutas e tres de hortalizas fueron coletadas semanalmente e durante 3 semanas consecutivas em hipermercados locais, totalizando 24 muestras. Siguiendo critérios de acesso livre e intencional, os produtos foram selecionados de acordo com a disponibilidade de frutas e verduras minimamente processadas nos hipermercados, sendo empacados em charolas de poliestireno

<sup>1</sup> Doutor em Química. Professor Associado do Curso de Bacharelado em Agroindústria da Universidade Federal da Paraíba/UFPB, Bananeiras-PB, Brasil, [carlito.marinho@gmail.com](mailto:carlito.marinho@gmail.com)

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba/UFPB, João Pessoa-PB, Brasil, [dayane.gfm@gmail.com](mailto:dayane.gfm@gmail.com)

<sup>3</sup> Técnico do Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba/UFPB, Bananeiras-PB, Brasil, [jeroh2o@ig.com.br](mailto:jeroh2o@ig.com.br)

expandido, envoltos em filme de polietileno e armazenados em mostradores refrigerados. Toda a avaliação se baseou nos métodos recomendados pela *American Public Health Association* (APHA). Se consta que nenhuma de las muestras apresentou recuentos de coliformes termotolerantes por encima de los limites estabelecidos pela legislação brasileira. O número total de coliformes varia de < 3 NMP/g a 93 NMP/g em frutas, e de < 3 NMP/g a 39 NMP/g em vegetais. Em relação aos patógenos, os 87,5% tiveram um recuo de estafilococos coagulasa positiva superior a  $10^3$  UFC/gy, em 20,8%, a presença de *Salmonella* spp. Os resultados obtidos revelam os produtos de baixa qualidade e/ou inaceitáveis, e que se devem adotar medidas de controle higiênico-sanitário eficazes para minimizar os riscos para a saúde dos consumidores.

**Palabras Clave:** frutas, verduras, inocuidade dos alimentos, microbiologia dos alimentos.

## ABSTRACT

The demand for ready-to-eat vegetables with characteristics similar to those of fresh produce has grown significantly, highlighting the market for minimally processed vegetables, which are defined as any fruit or vegetable that has been physically altered from its original form and kept in their fresh state. In this context, the present study aimed to evaluate the microbiological contamination of minimally processed fruits and vegetables sold in the metropolitan region of João Pessoa, Paraíba, Brazil, through hygiene indicators (count of total and thermotolerant coliforms) and pathogenicity (count of Coagulase positive staphylococci and search for *Salmonella* spp.). Five species of fruits and three of vegetables were collected weekly, and during 3 consecutive weeks in local hypermarkets, totaling 24 samples. Following sampling criteria of free and intentional access, the products were chosen according to the availability of minimally processed fruits and vegetables in hypermarkets, being packed in expanded polystyrene trays, wrapped in polyethylene film and stored in refrigerated counters. The entire assessment was based on the methods recommended by the American Public Health Association (APHA). It was found that none of the samples presented thermotolerant coliform counts above the limits established by Brazilian legislation. Total coliform counts ranged from < 3 MPN/g to 93 MPN/g in fruits and from < 3 MPN/g to 39 MPN/g in vegetables. As for the pathogens, 87.5% had a positive coagulase staphylococci count above  $10^3$  CFU/g and, in 20.8%, the presence of *Salmonella* spp. The results obtained revealed low quality and/or unacceptable products, and that effective hygienic-sanitary control measures must be adopted to minimize risks to consumers' health.

**Keywords:** fruits, vegetables, food safety, food microbiology.

## INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos prontos para consumo e com características semelhantes às do produto fresco tem crescido de maneira significativa (PEIXOTO *et al.*, 2014), destacando-se o mercado dos vegetais minimamente processados, que são definidos como quaisquer frutas ou hortaliças que foram alteradas fisicamente a partir de sua forma original e mantidas em seu estado fresco (STRANIERI *et al.*, 2017). No processamento mínimo, via de regra, os vegetais são selecionados, lavados, desinfetados, descascados, cortados, embalados e refrigerados, resultando num produto quase todo aproveitável que, posteriormente, é comercializado no intuito de oferecer aos consumidores frescor, conveniência e qualidade nutricional (SÃO JOSÉ, 2017).

Sabe-se que os vegetais minimamente processados são mais perecíveis quando comparados ao similar *in natura*, uma vez que os mesmos são submetidos a processos que causam acentuado estresse físico. Estes danos aceleram o metabolismo, elevam a taxa respiratória e aumentam a velocidade de deterioração (PICOLI *et al.*, 2010). Além disso, a

liberação de exsudato celular disponibiliza nutrientes para a atividade microbiana e o manuseio favorece a contaminação comprometendo a segurança microbiológica desses produtos (BANERJEE *et al.*, 2016).

De acordo com Gunduz e colaboradores (2010), o controle microbiológico dos vegetais minimamente processados ainda é um desafio para a indústria alimentar porque associado ao crescimento dos mercados, e ao consumo, observam-se riscos pela presença de microrganismos deteriorantes e aumento da incidência de toxinfecções alimentares pela ingestão de frutas e hortaliças contaminadas por patógenos. A contaminação, em grande parte, se deve ao descumprimento das Boas Práticas de Fabricação (BPF's), porém ressalta-se que a mesma já pode ocorrer no início da cadeia, ainda na fase de cultivo, por meio de irrigação com água contaminada ou uso de adubos orgânicos inapropriados (ALVES *et al.*, 2013).

Santos *et al* (2010) comunicaram que as frutas e hortaliças frescas são potenciais veiculadores de microrganismos patogênicos, estando seu consumo frequentemente associado à ocorrência de doenças de origem alimentar (DTA's). De acordo com estes autores, a verificação das condições higiênico-sanitárias pode ser realizada através de coletas amostrais dos produtos em suas embalagens originais seguido de análise microbiológica de indicadores de higiene, como a contagem de coliformes termotolerantes, e pesquisa de *Salmonella* spp como indicadores de patogenicidade.

Em consonância ao exposto sobre contaminação, chamamos a atenção para o fato de que há décadas a associação do consumo de alimentos minimamente processados com surtos de doenças tem sido muitas vezes observados. Alguns estudos já mostraram a ocorrência de bactérias patogênicas, como *Salmonella* spp., *Escherichia coli* (MAISTRO *et al.*, 2012) e *Staphylococcus aureus* (SEO *et al.*, 2010) em diferentes vegetais.

Sendo assim, no presente estudo, a qualidade microbiológica de amostras de vegetais minimamente processados foi investigada tendo como modelos os indicadores de higiene (contagem de coliformes totais e termotolerantes) e de patógenos (contagem de estafilococos coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella* spp.).

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Vegetais Minimamente Processados (VMP)'s

No Brasil o processamento mínimo de frutas e hortaliças se apresenta como um nicho de mercado em fase de crescimento e consolidação e esteja voltado para um perfil de consumidor com poder aquisitivo mais elevado (SATO *et al.*, 2006).

O grande crescimento desse setor se deve à economia de tempo e de trabalho que os

VMP's proporcionam no âmbito doméstico, nas redes de fast food e nos restaurantes, atendendo às novas exigências decorrentes da crescente participação feminina no mercado de trabalho e às distâncias cada vez maiores entre a moradia e local de trabalho, que intensificam os hábitos de alimentação fora do lar.

O mercado brasileiro e mundial apresenta uma grande variedade de produtos minimamente processados, dentre eles: alface, rúcula, agrião, couve, repolho, cenoura, beterraba, abóbora, brócolis, entre outros. Dentre eles, a alface é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, sendo um componente básico de saladas, tanto em nível doméstico, comercial, quanto institucional. Em algumas centrais de distribuição, o conjunto das espécies de alface representa quase 50% de todas as folhosas comercializadas (IBGE, 2007). A alface é classificada comercialmente como: Americana, Crespa, Lisa, Mimosa e Romana. Desses tipos, o 13 mais consumido no Brasil é a alface Crespa, a qual também é a hortaliça folhosa mais consumida nesse país.

Pesquisas têm demonstrado o crescimento do consumo de frutas minimamente processadas, como maçãs fatiadas, melão fatiado em cubos, melancia, salada de frutas prontas (SEBRAE, 2008). Adicionado a isso, esses produtos podem ser obtidos a partir de quaisquer frutas, hortaliças, raízes e tubérculos ou combinações destas, in natura, originárias da agricultura convencional, orgânica ou hidropônica.

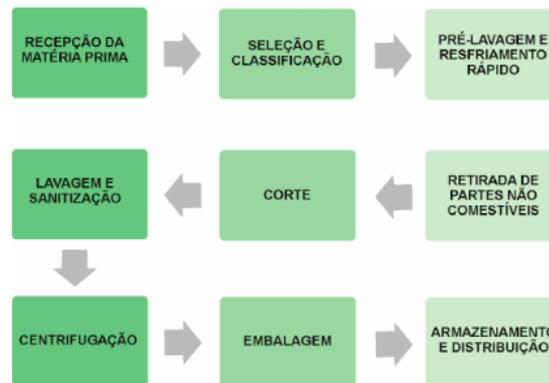
O processamento mínimo compreende um conjunto de operações unitárias, tais como: recepção e seleção da matéria-prima, lavagem, corte, desinfecção, enxágue, centrifugação e uso apropriado de embalagens (GIL *et al*, 2015), necessitando de uma rigorosa manutenção da cadeia do frio, que deve iniciar no transporte das matérias-primas, etapa anterior a recepção do produto in natura, e se estender, até o estágio de exposição na prateleira do ponto de venda (ÁRTES e ALLENDE, 2014). Para melhor compreensão, as etapas do processamento mínimo de produção estão descritas a seguir.

### **Obtenção de Vegetais Minimamente Processados**

Para que uma fruta ou uma hortaliça seja minimamente processada, são necessárias algumas etapas demonstradas pela Figura 1. Vale ressaltar que, durante todas as etapas envolvidas no processamento mínimo, os manipuladores devem utilizar luvas, aventais, toucas e máscaras, para evitar ao máximo a contaminação dos produtos. É necessário que todo o processamento mínimo seja feito em ambiente resfriado e que, imediatamente após o corte, os vegetais estejam sob refrigeração. Para obter um produto final de qualidade, as frutas/hortaliças minimamente processadas devem possuir consistência, frescor, boa coloração, elevada

qualidade sensorial e segurança sanitária, preferencialmente, sem aditivos e livre de microrganismos patogênicos (KLUGE *et al.*, 2016).

**Figura 1** - Etapas do processamento mínimo de hortaliças.



Fonte: KLUGE *et al.*, 2016.

De acordo com as etapas apresentadas na Figura 1, Kluge e colaboradores (2016) descrevem e recomendam sobre os requisitos necessários para a produção de hortaliças minimamente processadas, conforme segue:

a) A primeira etapa deste processo é a recepção da matéria prima, ou seja, uma matéria prima inadequada será descartada para que não interfira no produto final. Esta etapa ocorre na área suja da planta de processamento, que é uma sala fora do ambiente higienizado do processo. Neste local também é feita a pesagem e a inspeção de qualidade para que seja observado se o produto está dentro dos requisitos esperados e sejam feitas as anotações para controle interno da produção, com informações como rendimento, dados do produtor, data e horário da chegada;

b) Na etapa de seleção e classificação, o vegetal é selecionado de acordo com a sua aparência, ou seja, se estiver amassado ou danificado, o mesmo será descartado. O ideal é que o produto esteja com a coloração esperada (própria do produto e também do grau de maturação para sua comercialização) tamanho adequado e odor próprio de um produto fresco;

c) Na pré-lavagem, ocorre a remoção das impurezas superficiais provenientes do campo. Geralmente, a hortaliça é higienizada com água potável e detergente neutro em temperatura entre 5 e 10 °C, para redução da temperatura do vegetal, e, conseqüentemente, do seu metabolismo, o que evita perdas ao decorrer do processamento. Esta é uma etapa mais econômica, simples e eficaz para a promoção da qualidade do minimamente processado;

d) Para que se torne um produto pronto para o consumo, é necessário realizar o corte e a retirada de partes não comestíveis, que podem ser realizados de forma automática ou manual

com o auxílio de facas de aço inoxidável higienizadas e bem afiadas, pois isso poderá diminuir os danos causados ao tecido vegetal e evitar o risco de contaminação cruzada, visto que as partes consideradas sujas já estão separadas da área limpa;

e) A seguir ocorrem a lavagem e a higienização que garantem a redução da carga microbiana na superfície do vegetal. Elas pode ser executadas em três etapas: a lavagem com água potável, seguida pela lavagem com sanitizante e, por fim, outra lavagem com água potável ou enxágue para a retirada total dos resíduos remanescentes;

f) Na etapa de centrifugação, ocorre a retirada do excesso de água que pode ficar retida na superfície do produto após a lavagem. ão realizadas rotações de 30 a 60 segundos, cuja velocidade varia de acordo com a marca e o modelo da centrífuga. Quando se tem produtos muito sensíveis à rotação, pode se colocar uma grelha ou peneira para que a água do produto seja drenada sem a desintegração ou danificação do vegetal, com aspersão de ar;

g) Após estas etapas, o produto é embalado, com o intuito de protegê-lo de poeiras e de microrganismos, facilitar o armazenamento e transporte e garantir que chegue ao consumidor com as características de um produto mais próximo possível de um produto fresco. De acordo com a Lei nº 9.782 de 1999, as 9 embalagens devem conter um rótulo com as informações do produto, nome da hortaliça, data de fabricação, validade, peso, nome da indústria, endereço e modo de armazenamento;

h) Por fim, são feitos o armazenamento e a distribuição, que devem ser preferencialmente em baixas temperaturas, entre 0 e 5 °C. O uso da temperatura adequada é importante para a manutenção da qualidade e segurança das hortaliças minimamente processadas, pois reduz o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes.

### **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos, envolvendo frutas e hortaliças frescas e minimamente processadas**

O aumento do consumo de VMP's tem sido associado ao aumento de surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's), o que acarreta sérios problemas de saúde pública, em vários países (BENNETT *et al*, 2015).

Nos Estados Unidos, o custo econômico relacionado com DTA em vegetais é maior que 50 bilhões de dólares, por ano (SCHARFF, 2012). Alguns dos microrganismos patogênicos associados a surtos de origem alimentar que envolvem produtos frescos são *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella* spp. e *Listeria monocytogenes* (SCHARFF, 2012). Além disso, vários recolhimentos de produtos foram realizados, devido à presença de *E. coli* O157: H7 em alface, *Salmonella* em uvas, tomates e cenouras, vendidos em unidades separadas ou saladas pré-

embaladas em muitos estados norte americanos (FDA, 2012).

No mercado Europeu, as questões mais importantes de segurança de alimentos estão relacionadas a patógenos bacterianos, virais e resíduos de pesticidas (VAN BOXSTAEEL *et al.*, 2013). De 2008 a 2011, houve um aumento no número de surtos, hospitalizações e mortes associadas com frutas frescas e legumes. Estes alimentos têm o potencial para serem associados a grandes surtos, como ocorreu em 2011, quando brotos de feno grego contaminados com *E. coli* O104:H4 provocaram doença em mais de 3.000 pessoas, mais de 50 mortes, na Alemanha e na França (EFSA, 2013).

No Brasil, os surtos por VMP raramente são notificados, embora pesquisas venham demonstrando a contaminação desses produtos por bactérias patogênicas (SANT'ANA *et al.*, 2012). Explicações para isso podem ser o já corriqueiro problema da subnotificação ou que a produção das indústrias de VMP's brasileiras ainda seja muito pequena, se comparada a produção européia.

O grupo dos coliformes termotolerantes (45° C) são bastante referenciados como indicadores de contaminação de origem fecal pelo fato de serem facilmente isolados e identificados a partir de técnicas simples e rápidas (SILVA *et al.*, 2010), sendo as altas contagens indicadoras de falhas higiênico-sanitárias nos alimentos e nas áreas de preparação e/ou armazenamento (CARVALHO *et al.*, 2010), que podem fazer surgir quadros de infecção cujos sintomas variam de diarreias leves à sanguinolentas com dores abdominais intensas. Já Shinohara *et al.* (2008) relatam que a transmissão da *Salmonella* spp. para o homem, através do consumo dos alimentos minimamente processados, geralmente ocorre devido ao controle inadequado da temperatura, a adoção de práticas de manipulação incorretas e/ou por contaminação dos alimentos frescos em contato com outros alimentos processados. Segundos estes mesmos autores, esses patógenos causam grandes prejuízos à saúde pública e algumas vezes a morte. Outras espécies bacterianas, a exemplo dos estafilococos coagulase positivo, não fazem parte dos padrões microbiológicos no Brasil designados para minimamente processados, entretanto, sua presença pode causar doenças de origem alimentar, principalmente se houver abuso de tempo e temperatura (TASCI *et al.*, 2011). Entre as espécies coagulase positivo, o *Staphylococcus aureus* aparece como um dos agentes patogênicos mais envolvidos em surtos e em casos de intoxicação alimentar (FEITOSA *et al.*, 2017), sendo as altas contagens interpretadas como indicadores de contaminação a partir de fossas nasais, boca e pele dos manipuladores, podendo ser transmitida para os alimentos por contato direto ou indireto.

A ocorrência de *Salmonella* spp. em vegetais é considerada baixa quando comparada a outros tipos de alimentos de origem animal. Entretanto, há registros de surtos de infecção

alimentar causados por diferentes sorotipos de *Salmonella* associado ao consumo de frutas como maçã, morango, melão e manga, e de hortaliças como a alface, repolho e espinafre (SÃO JOSÉ e SILVA, 2014).

## **METODOLOGIA**

Para a realização desse estudo foram recolhidas vinte e quatro amostras de vegetais minimamente processados, durante os meses de abril e maio de 2022, em hipermercados localizados na região metropolitana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. O procedimento de coleta das amostras foi realizado pelo recolhimento de uma amostra semanal, durante três semanas e de modo aleatório. O interstício de sete dias entre as coletas foi designado para que as amostras da mesma espécie não pertencessem ao mesmo lote de venda, fato comprovado nas informações contidas nos rótulos, garantindo assim o aspecto de casualidade de compra realizado pelos consumidores.

Seguindo critérios amostrais de acesso livre e intencional, os produtos foram escolhidos de acordo com a disponibilidade das frutas e hortaliças minimamente processadas nos hipermercados, estando acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido, envoltas por filme de polietileno e armazenadas em balcões refrigerados. Desse modo, analisaram-se oito vegetais diferentes: 5 frutas minimamente processadas (mamão, melão, goiaba, laranja e melancia) e 3 hortaliças minimamente processadas (acelga, repolho e abóbora) em um grupo total de quatro marcas. Os produtos apesar de modificados fisicamente, mantinham as características de frescor de produtos *in natura* e que não necessitavam, muitas vezes, de preparo subsequente antes do consumo. As preparações foram identificadas e então armazenadas em caixas térmicas com baterias de gelo, a fim de assegurar a temperatura de exposição até a entrega ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos, campus III da UFPB.

Para a indicação de higiene nas amostras realizou-se a determinação do número mais provável (NMP) de coliformes totais (35° C) e de coliformes termotolerantes (45° C) utilizando o tradicional método de tubos múltiplos em conformidade com o preconizado pela *American Public Health Association* (APHA, 2001). Assim, foram retirados 25 gramas das amostras e diluído em 225 mL de solução de água peptonada tamponada, selecionando posteriormente mais duas diluições ( $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ). Com o auxílio de uma pipeta, inoculou-se uma série de 1 mL de cada diluição em três tubos com uma solução de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) contendo tubos de Durham invertido em cada tubo. Depois de adicionados e incubados a 35 °C por 24-48 horas, foi verificado se houve turvação do meio ou produção de gás. Uma vez positivo, semeou-se uma alçada do caldo presente em tubos contendo Caldo Verde Brillante

(incubados a 35 °C) durante 24-48 horas para a confirmação de coliformes totais, e em tubos contendo Caldo *Escherichia coli* (EC) incubados a 44,5 °C em banho-maria por um período de 24-48 horas para confirmação de coliformes termotolerantes. Utilizando o método do Número Mais Provável (NMP) foi feita uma contagem probabilística do resultado.

A verificação de patógenos foi realizada através da contagem de estafilococos coagulase positivo e pesquisa de *Salmonella* spp. utilizando a metodologia proposta pela APHA (APHA, 2001). Para a contagem dos estafilococos as diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) foram semeadas (0,1 ml) em superfície com alça de Drigalski em meio Ágar Vogel-Johnson suplementado com solução de telurito de potássio. Incubaram-se as placas invertidas a 35 °C por 48 horas e, logo após, as colônias típicas foram contadas. As colônias foram então transferidas para o teste de confirmação: cinco colônias típicas foram transferidas para o *Brain Hert Infusion Broth* (BHI) e incubadas a 36° C por 24 horas. Fez-se então o teste da coagulase. Transferiu-se 0,2 mL de cada cultura em Caldo BHI para tubos de ensaio esterilizados e acrescentou-se 0,5 mL de plasma com EDTA Bactident® coagulase. Os tubos foram incubados a 36° C por 6 h. Examinou-se após 6 horas, a formação de coágulo. Foram consideradas coagulase positivas, as colônias classificadas como cocos em cachos na coloração de Gram e com formação de coágulo firme e organizado no teste da coagulase. O número de UFC/g foi então determinado.

Para resultados da pesquisa de *Salmonella* spp., 25 gramas de cada amostra foi transferida para saco estéril de homogeneização e acrescentado 225 mL de Caldo lactosado (CL). Após homogeneização em “stomacher”, as amostras foram incubadas a 35° C por 24 horas, período este de pré-enriquecimento. Em seguida, já na etapa do enriquecimento seletivo foram transferidos 1 mL do caldo enriquecido para 10 mL de Caldo Tetrionato (TT) assim como para o Caldo Selenito Cistina (SC), e então incubados a 35° C por 24 horas. Após este procedimento, na etapa de plaqueamento seletivo diferencial, fez-se o plaqueamento nos meios de cultura Ágar Bismuto Sulfito (BS), Ágar Entérico de Hectoen (HE) e Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) durante 24 horas a 35 °C. Para a confirmação preliminar das colônias típicas de *Salmonella* foram utilizadas provas bioquímicas de crescimento em meio Ágar Lisina Ferro (LIA) e crescimento em Ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI). Além destas provas, a confirmação sorológica dos cultivos foi realizada transferindo-os, com alça níquel-cromo, para lâminas de vidro contendo gotas de solução fisiológica. Após a homogeneização da colônia com a solução fisiológica na lâmina, foi acrescentado uma gota de soro anti-*Salmonella* polivalente somático-O, seguido de movimentação da lâmina para leitura. A prova foi considerada positiva pela aglutinação na mistura.

O referencial de padrão microbiológico foi o estabelecido pela Resolução nº. 12 de 02

de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), do Ministério da Saúde, onde não existindo padrões específicos para vegetais minimamente processados estes foram inseridos no grupo de alimentos designados como “frutas e hortaliças frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto”, classificando como aceitável para a contagem de coliformes termotolerantes: até  $10^2$  NMP/g (Número Mais Provável por grama da amostra) para hortaliças e  $5 \times 10^2$  NMP/g para frutas. A referida legislação estabelece ausência de *Salmonella* spp. em 25 gramas para todos os produtos mencionados anteriormente.

Da mesma forma, a legislação não estabelece limites para estafilococos coagulase positivo, entretanto, como as frutas e as hortaliças minimamente processadas têm excessiva manipulação optou-se por também analisar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações microbiológicas realizadas nos vegetais minimamente processados podem ser lidos na Tabela 1. Nas frutas as contagens dos coliformes totais ( $35^\circ\text{C}$ ) variaram de  $< 3$  NMP/g a 93 NMP/g e nas hortaliças houve uma variação de  $< 3$  NMP/g a 39 NMP/g, valores estes que não puderam ser comparados com a legislação vigente<sup>24</sup> por esta não indicar os limites para estes microrganismos. De acordo com metodologia dos tubos múltiplos os valores inferiores a 3 NMP/g indicaram que nenhum dos tubos inoculados se mostrou positivo, ou seja, que a população de coliformes totais estava abaixo do limite de quantificação do método, o que ocorreu em 40% das frutas e em 55,6% das hortaliças. Os demais resultados encontrados para estes microrganismos foram considerados satisfatórios e certamente influenciam diretamente na vida de prateleira desses vegetais. Ressalta-se que se fosse considerado, para as contagens de coliformes totais, o limite legal estabelecido para os coliformes termotolerantes, o número de amostras com valores abaixo de  $10^2$  NMP/g seria de 100%.

A despeito de não existir um padrão legal, foi conveniente investigar a contagem de coliformes totais pois estes são considerados indicadores de contaminação geral, visto que englobam desde espécies típicas do trato intestinal de animais, quanto bactérias não entéricas, e são utilizados para avaliar as condições higiênico-sanitárias do processamento.

**Tabela 01:** Prevalência de coliformes totais, coliformes termotolerantes, estafilococos coagulase positivo e *Salmonella* spp. nas amostras de vegetais minimamente processados.

Frutas/ Coletas		CT	CTT	Estafilococos coagulase positivo	<i>Salmonella</i> spp.
		(NMP/g)	(NMP/g)	(UFC/g)	
		SD	5x10 <sup>2a</sup>	SD	Ausência <sup>a</sup>
Mamão	1	<3	<3	1,6x10 <sup>3</sup>	AUS
	2	12	<3	1,6x10 <sup>3</sup>	AUS
	3	24	<3	1,5x10 <sup>3</sup>	AUS
Melão	1	5	<3	3,0x10 <sup>4</sup>	AUS
	2	<3	<3	2,8x10 <sup>4</sup>	AUS
	3	39	57	2,7x10 <sup>4</sup>	PRES*
Goiaba	1	93	84	7,5x10 <sup>3</sup>	PRES*
	2	93	59	6,7x10 <sup>3</sup>	PRES*
	3	43	38	7,2x10 <sup>3</sup>	AUS
Laranja	1	<3	<3	9,5x10 <sup>3</sup>	AUS
	2	<3	<3	7,4x10 <sup>3</sup>	AUS
	3	<3	<3	9,9x10 <sup>3</sup>	AUS
Melancia	1	3,3	3,8	6,0x10 <sup>2</sup>	AUS
	2	1,7	3	3,0x10 <sup>2</sup>	AUS
	3	<3	<3	5,0x10 <sup>2</sup>	AUS

Hortaliças/ Coletas		CT	CTT	Estafilococos coagulase positivo	<i>Salmonella</i> spp.
		(NMP/g)	(NMP/g)	(UFC/g)	
		SD	10 <sup>2a</sup>	SD	Ausência <sup>a</sup>
Acelga	1	5	<3	2,6x10 <sup>3</sup>	AUS
	2	<3	<3	2,7x10 <sup>3</sup>	AUS
	3	23	<3	2,6x10 <sup>3</sup>	AUS
Repolho	1	<3	4,7	1,8x10 <sup>3</sup>	AUS
	2	<3	37	2,2x10 <sup>3</sup>	AUS
	3	<3	4,6	2,5x10 <sup>3</sup>	AUS
Abóbora	1	39	46	6,7x10 <sup>4</sup>	PRES*
	2	34	73	7,5x10 <sup>4</sup>	PRES*
	3	<3	<3	7,0x10 <sup>4</sup>	AUS

Fonte: Própria (2022).

Legenda: <sup>(a)</sup> Parâmetros estabelecidos pela RDC n.º 12 para frutas e hortaliças *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas<sup>24</sup>; (\*) Valor acima do permitido; CT = Coliformes Totais; CTT = Coliformes Termotolerantes; NMP/g = Número Mais Provável por grama; UFC/g = Unidades Formadoras de Colônias por grama; SD = Sem Dados, pois a pesquisa deste microrganismo não é preconizada pela RDC n.º 12 de 02/01/01 para este tipo de alimento.

No presente estudo, as baixas contagens de coliformes totais tornam-se relevantes porque a massiva presença desses microrganismos seria sugestiva de deficiências em higiene

associadas à presença de bactérias pertencentes à família Enterobacteriaceae (*E. coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, por exemplo). Valores bem superiores ( $\geq 2,4 \times 10^3$  NMP/g) foram observados em pesquisa feita por Couto e Boni (2018), utilizando metodologia semelhante, ao analisar amostras de hortaliças, raízes e tubérculos comercializados em Maringá/PR.

Na observação dos resultados para coliformes termotolerantes (Tabela 1), e através da metodologia empregada, verificou-se que 11 amostras (45,8%) apresentavam contagens destes microrganismos, porém em valores inferiores a  $10^2$  NMP/g. Como não existe no Brasil uma legislação específica para os vegetais minimamente processados, os resultados foram comparados com a resolução RDC n°. 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério de Saúde (BRASIL, 2001), que estabelece um limite máximo de  $5 \times 10^2$  NMP/g de coliformes termotolerantes (45° C) em frutas frescas e de  $10^2$  NMP/g em hortaliças *in natura*. Levando em consideração esses parâmetros, todos os resultados estiveram dentro dos limites estabelecidos.

Assim, as contagens encontradas para os termotolerantes foram consideradas baixas variando de  $< 3$  a 84 NMP/g nas frutas e de  $< 3$  a 73 NMP/g nas hortaliças. Considerando a totalidade das amostras observou-se ainda que em 54,2% delas, a população de coliformes termotolerantes estava abaixo do limite de quantificação do método ( $< 3$  NMP/g). Os valores reduzidos encontrados nos vegetais minimamente processados podem estar relacionados à etapa higienização realizada no processamento. Em pesquisa realizada por Passos e colaboradores (2017), a sanitização com hipoclorito de sódio a 100 ppm/15 min mostrou-se eficiente para reduzir a contagem inicial de coliformes termotolerantes em cenouras minimamente processadas adquiridas no comércio de Rio Paranaíba-MG, Brasil, porém estes autores destacaram que a etapa de sanitização ainda não possui completa eficiência se os vegetais já chegarem ao processamento com uma contaminação elevada.

Valores semelhantes aos descritos em nosso trabalho foram encontrados por Fagiani *et al* (2017) ao analisar amostras de hortaliças minimamente processadas, através da técnica dos tubos múltiplos, coletadas no comércio local de Presidente Prudente/SP, onde todas as amostras apresentavam coliformes termotolerantes em valores inferiores a  $10^2$  NMP/g. Uma porcentagem maior foi verificada por Lins *et al* (2015) também utilizando a metodologia da *American Public Health Association*, que analisaram a qualidade microbiológica de mamão, melão, abacaxi e melancia minimamente processados, provenientes de uma Unidade de Alimentação e Nutrição de um município da Região do Cariri do Estado do Ceará, e encontraram contagens de coliformes termotolerantes  $\geq 2,4 \times 10^3$  NMP/g em todas as quatro

amostras de frutas.

Relativamente à contagem de estafilococos coagulase positivo, as amostras apresentaram uma variação de  $3,0 \times 10^2$  UFC/g a  $3,0 \times 10^4$  UFC/g para as frutas e de  $1,8 \times 10^3$  UFC/g à  $7,5 \times 10^4$  UFC/g para as hortaliças. A RDC nº. 12 (BRASIL, 2001) não estabelece limites máximos para a contagem deste patógeno em vegetais minimamente processados, quer sejam frutas ou hortaliças frescas, porém determina para “hortaliças branqueadas ou cozidas, inteiras ou picadas, estáveis à temperatura ambiente, refrigeradas ou congeladas para consumo direto”, o limite máximo de  $10^3$  UFC/g nos produtos. Levando-se em consideração esse parâmetro pode-se afirmar que 80% das amostras de frutas, e 100% das hortaliças analisadas neste estudo corresponderiam à produtos impróprios para a comercialização e consumo humano. Dentre os vegetais investigados apenas as amostras de melancia apresentaram contagens inferiores a  $10^3$  UFC/g, estando as quantidades mais elevadas no melão e na abóbora, respectivamente.

Os estafilococos coagulase positivo habitam a pele humana e também estão presentes nas fossas nasais e boca. Assim, as frutas e hortaliças devem ter sido contaminados, provavelmente, em decorrência do contato das mãos dos manipuladores com o nariz, boca e/ou couro cabeludo, ficando o possível crescimento e produção de toxinas mais atreladas às condições de temperatura. Em estudo feito por Graça *et al* (2015) foram analisadas 68 maçãs minimamente processadas comercializadas em Portugal, utilizando metodologias padrão (ISO 6888-1), e verificou-se que 5,8% das amostras apresentavam contagens de estafilococos coagulase positivo. Uma porcentagem maior que esta foi encontrada por Akoachere *et al* (2018) ao analisarem a prevalência de *Staphylococcus aureus* em vegetais frescos comercializados em Fako (República dos Camarões) e isolaram o microrganismo em 35,4% das amostras. Em trabalho sobre contaminação de couves-manteiga minimamente processadas comercializadas em Marília-SP (técnica *spread plate* empregando-se o ágar Baird-Parker), Imamura e colaboradores (2017) detectaram valores variáveis entre  $4,2 \times 10^3$  UFC/g a  $1,0 \times 10^9$  UFC/g de estafilococos coagulase positivo.

Das vinte e quatro amostras de vegetais analisados, em cinco (20,8%) foram confirmadas a presença de *Salmonella* spp., sendo duas frutas (melão e goiaba em duas coletas consecutivas) e uma hortaliça (abóbora, também em duas coletas consecutivas), e assim consideradas impróprias para o consumo segundo legislação vigente (BRASIL, 2001). Curiosamente, as amostras que abrigaram a *Salmonella* spp. também foram as que apresentaram maiores contagens de coliformes termotolerantes, sugerindo a necessidade de maior atenção no processamento, desinfecção e empacotamento destes produtos. Presume-se que os

estabelecimentos envolvidos não apresentem eficiência na manutenção da temperatura de refrigeração preconizada para evitar o crescimento bacteriano, bem como, haja práticas de lavagem e sanitização inadequadas alocadas nas unidades processadoras responsáveis pelo fornecimento dos vegetais minimamente processados. Em pesquisa recente realizada por Delibato *et al* (2018), demonstrou-se que espécies de *Salmonella* entérica podem sobreviver em alfaces frescos refrigerados a 4° C durante toda a sua vida de prateleira (que na Europa oscila entre 5 e 7 dias), sem qualquer redução substancial de suas cargas microbianas. Estes autores demonstraram ainda que procedimentos de lavagem doméstica, como o uso de água de torneira ou uso de água adicionada com 60 ppm de cloro, foram incapazes de descontaminar alfaces e eliminar os riscos correlacionados à presença desses patógenos.

Nossos resultados estão bem acima daqueles apresentados por Losio *et al* (2015) que ao analisarem o risco de patógenos associado ao consumo de vegetais minimamente processados comercializados nos mercados da Itália (método ISO 16140: 2003), detectaram a presença de *Salmonella* spp. em 0,7% das amostras, e inferiores aos encontrados no Brasil por Ferreira e demais colaboradores (2016) quando verificaram a qualidade microbiológica de 12 tipos de hortaliças minimamente processadas, comercializadas em 5 redes de supermercados do estado de Minas Gerais, na cidade de Belo Horizonte. Estes autores declaram em seu estudo que a presença de *Salmonella* spp., determinada por meio da técnica do *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food*, foi encontrada em 50% das amostras, estando assim fora do padrão microbiológico legal estabelecido pela Resolução n°. 12 de 2 de janeiro de 2001 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001).

Diferentemente dos resultados destas pesquisas, Silva *et al* (2015) não identificaram microrganismos do gênero *Salmonella* spp. em nenhuma das 36 amostras de frutas e hortaliças minimamente processadas comercializadas em Cuiabá analisadas através da metodologia da APHA (BRASIL, 2001). No citado estudo, infere-se ausência de *Salmonella* spp. às boas práticas de fabricação implementadas e/ou ao uso de detergentes na lavagem dos frutos e verduras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade investigada através de parâmetros microbiológicos e verificada nas amostras de vegetais minimamente processados comercializados na região metropolitana de João Pessoa, Paraíba, sinaliza a necessidade de implantação de melhorias em seu processamento. Com relação à presença de indicadores higiênico-sanitários, apesar de algumas amostras estarem contaminadas com coliformes totais e termotolerantes, as mesmas foram

consideradas próprias para o consumo porque apresentaram contagens inferiores ao limite máximo estabelecido pela legislação brasileira vigente. Entretanto, a despeito destes indicadores estarem conformes, os de indícios de patogenicidade não poderiam estar presentes ou em níveis altos, pois a presença de *Salmonella* spp. como confirmada, mesmo que pontual, pode acarretar em graves problemas de saúde pública e as altas contagens de estafilococos coagulase positivo podem causar intoxicações na população que consome esse tipo de alimento.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a importância da inspeção regular por parte da Agência Nacional de Vigilância Sanitária nos hipermercados locais e uma maior orientação aos produtores, e manipuladores, quanto à correta higienização e manipulação dos alimentos. Ficou claro que a produção de vegetais minimamente processados de boa qualidade microbiológica necessariamente depende da escolha das matérias-primas, da manutenção da cadeia de frio durante preparação e armazenamento, da eficiência na sanitização e de um controle das condições higiênico-sanitárias nos colaboradores, utensílios e equipamentos através da implementação, ou atualização, de programas de Boas Práticas de Fabricação.

## REFERÊNCIAS

- AKOACHERE, J. F. T. K.; TATSINKOU, B. F.; NKENGFACK, J. M. Bacterial and parasitic contaminants of salad vegetables sold in markets in Fako Division, Cameroon and evaluation of hygiene and handling practices of vendors. **BMC Res Notes**, 2018. v. 11, n. 100, p. 1-7, 2018.
- ALVES, A. S.; NETO, A. C.; ROSSIGNOLI, P. A. Parasitos em alface-crespa (*Lactuca sativa*), de plantio convencional, comercializada em supermercados de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Rev. Patol. Trop.**, 2013. v. 42, 2, p. 217-229, 2013.
- APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Committee on Microbiological for Foods. Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. Ed. Washington, 2001. 676p.
- ARTÉS, F.; ALLENDE, A. Minimal processing of fresh fruit, vegetables, and juices. **Food**, 2014. v. 4, p. 121-128, 2014.
- BANERJEE, A.; CHATTERJEE, S.; VARIYAR, P. S.; SHARMA, A. Shelf life extension of minimally processed ready-to-cook (RTC) cabbage by gamma irradiation. **J. Food Technol.**, 2016. v. 53, n. 1, p. 233-244, 2016.
- BENNETT, S. D.; LITTRELL, K. W.; HILL, T.A.; MAHOVIC, M. AND BARTON.; B. C. Multistate foodborne disease outbreaks associated with raw tomatoes, United States, 1990-2010: a recurring public health problem **Epidemiol. Infect.**, 2015. v. 143, p. 1352-1359, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2001. Resolução RDC nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os padrões

microbiológicos para alimentos.

CARVALHO, P. G. O. DE; RODRIGUES, S. E. S.; ALMEIDA, C. G. L.; FIGUEIREDO, F. R. S. D. N. DE; RODRIGUES, F. F. G.; OLIVEIRA, A. D. L. et al. Análises microbiológicas e parasitológicas de saladas verdes servidas em self-service no município de Crato - Ceará. **Cad. Cult. Ciênc.**, 2010. v. 2, n. 2, p. 20-30, 2010.

COUTO, E. S.; BONI, S. M. Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos minimamente processado comercializados em supermercados de Maringá, PR. **Rev. Hig. Alim.**, 2018. v. 32, p. 284-285, 2018.

DELIBATO, E.; LUZZI, I.; PUCCI, E.; PROROGA, Y. T. R.; CAPUANO, F.; MEDICI, D. DE. Fresh produce and microbial contamination: persistence during the shelf life and efficacy of domestic washing methods. **Ann. Inst. Super Sanità**, 2018. v. 54, n. 4, p. 358-363, 2018.

EFSA - Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations). **EFSA Journal**, 2013. v. 11, p. 3025, 2013.

FAGIANI, M. DE A. B. DE.; TOGAWA, K. N.; MARTINS, T. R.; TASHIMA, N. T. N.; DILLIO, F. L.; CHAGAS, P. H. N. et al. Avaliação microbiológica e parasitológica de produtos minimamente processados no município de Presidente Prudente - SP. **Colloq. Vitae**, 2017. v. 9, n. 2, p. 17-28, 2017.

FDA. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. [www.fda.gov/Safety/Recalls](http://www.fda.gov/Safety/Recalls), 2012.  
FEITOSA, A. C.; RODRIGUES, R. M.; TORRES, E. A. T.; SILVA, J. F. M. Staphylococcus aureus em alimentos. **Rev. Desafios**, 2017. v. 4, n. 4, p. 15-31, 2017.

FERREIRA, C. C.; GREGORIO, E. L.; COSTA, J. D.; PAULA, R. B. O.; NETA, HAGA.; FONTES, M. D. Análise de coliformes termotolerantes e Salmonella sp. em hortaliças minimamente processadas comercializadas em Belo Horizonte-MG. **HU Revista**, 2016. v. 42, n. 4, p. 307-313, 2016.

GIL, M. I.; SELMA, M. V.; SUSLOW, T.; JACXSENS, L.; UYTENDAELE, M.; ALLENDE, A. Pre and Postharvest Preventive Measures and Intervention Strategies to Control Microbial Food Safety Hazards of Fresh Leafy Vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2015. v. 55, p. 453-468, 2015.

GRAÇA, A.; SANTO, D.; ESTEVES, E.; NUNES, C.; ABADIAS, M.; QUINTAS, C. Evaluation of microbial quality and yeast diversity in fresh-cut apple. **Food Microbiol**, 2015. v. 51, p.179-185, 2015.

GUNDUZ, G. T, GONUL, S. A.; KARAPINAR, M. Efficacy of sumac and oregan in inactivation of Salmonella Typhimurium on tomatoes. **Int. J. Food Microbiol.**, 2010. v. 141, n. 1, p. 39-44, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. Sistema IBGE de Recuperação Automática e SIDRA. Banco de Dados Agregados, 2007.

IMAMURA, K. B.; FERREIRA, T. C.; GIANNONI, J. A.; DORTA C. Qualidade

microbiológica da couve-manteiga (*Brassica oleracea* L.) minimamente processada comercializada em supermercado na cidade de Marília/SP. **Rev. Bras. Anal. Clin.**, 2017. v. 49, n. 4, p. 390-395, 2017.

KLUGE, R. A.; SILVEIRA, A. C.; INESTROZA-LIZARDO, C.; BERNO, N. D. **Processamento mínimo de hortaliças: princípios e práticas**, 2016. Piracicaba, São Paulo, ed. ESALQ - Divisão de Biblioteca, Série Produtor Rural - nº 62, p. 85, 2016.

LINS, A. D. F.; LISBOA, C. G. C.; MORAES, M. S.; SAMPAIO, A. C. F.; QUIRINO, D. J. G. Análise microbiológica de frutas minimamente processadas servidas em uma unidade de alimentação e nutrição. **Rev. Verde**, 2015. v. 10, n. 4, p. 22-25, 2015.

LOSIO, M. N.; PAVONI, E.; BILEI, S.; BERTASI, B.; BOVE, D.; CAPUANO, F. et al. Microbiological survey of raw and ready-to-eat leafy green vegetables marketed in Italy. **Int. J. Food Microbiol.**, 2015. v. 210, p. 88-91, 2015.

MAISTRO, L. C.; MIYA, N. T.; SANT'ANA, A. S.; PEREIRA, J. L. Microbiological quality and safety of minimally processed vegetables marketed in Campinas, SP e Brazil, as assessed by traditional and alternative methods. **Food Control.**, 2012. v. 28, p. 258-264, 2012.

PASSOS, L. P.; MIRANDA, A. L. S.; MARQUES, D. R. P.; OLIVEIRA, I. R. N. Aspectos microbiológicos de cenouras minimamente processadas e armazenadas em diferentes embalagens sob refrigeração. **J. Eng. Exact Sci.**, 2017. v. 3, n. 6, p. 829-834, 2017.

PEIXOTO, L. O.; AZEVEDO, C. V.; ALMEIDA, S. M. A.; FREITAS, B. K. S. DE.; MELO, M. V. C.; SILVA, I. N. G. DA. Avaliação microbiológica e parasitológica de alfaces minimamente processadas, comercializadas em supermercados da cidade de Fortaleza, Ceará. **Rev. Nutri. Vigil. Saúde**, 2014. v. 1, n. 1, p. 27-31, 2014.

PICOLI, A. A.; FARIA, D. B.; JOMORI, M. L. L.; KLUGE, R. A. Avaliação de biorreguladores no metabolismo secundário de beterrabas inteiras e minimamente processadas. **Bragantia**, 2010. v. 69, n. 4, p. 983-988, 2010.

SANT'ANA, A. S.; IGARASHI, M. C.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M. T.; FRANCO, B. D. G. M. Prevalence, populations and phenol-and genotypic characteristics of *Listeria monocytogenes* isolated from ready-to-eat vegetables marketed in São Paulo, Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, 2012.

SANTOS, T. B. A. DOS.; SILVA, N. DA.; JUNQUEIRA, V. C. A.; PEREIRA, J. L. Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas. **Braz. J. Food Technol.**, 2010. v. 13, n. 2, p. 141-146, 2010.

SÃO JOSÉ, J. B. F.; SILVA, L. F. Ocorrência de patógenos em frutas e hortaliças. **Rev. Hig. Alim.**, 2014. v. 28, n. 234, p. 96-101, 2014.

SÃO JOSÉ, J. F. B. DE. Estratégias alternativas na higienização de frutas e hortaliças. **Rev. Ciênc. Agrárias**, 2017. v. 40, n. 3, p. 630-640, 2017.

SATO, G. S.; MARTINS, V. A.; BUENO, C. R. F. (2006). Análise exploratória do perfil do

consumidor de minimamente processados na cidade de São Paulo. In: III SEMINÁRIO ABAR SUL (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO RURAL - Região Sul). Anais... Curitiba (PR), 2006.

SCHARFF, R. L. Economic burden from health losses due to foodborne illnesses in the United States. **Journal of Food Protection**, 2012. v. 75, n. 1, p. 123-131, 2012.

SEBRAE/ESPM - Estudos de Mercado (2008). **Hortalças Minimamente Processadas**. Relatório completo, 2008.

SEO, Y. H.; JANG, J. H.; MOON, K. D. Occurrence and characterization of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from minimally processed vegetables and sprouts in Korea. **Food Sci. Biotechnol.**, 2010. v. 19, p. 313-319, 2010.

SHINOHARA, N. K. S.; BARROS, V. B. DE.; JIMENEZ, S. M. C.; MACHADO, E. C. L.; DUTRA, R. A. F.; LIMA, J. L. *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Rev. Ciênc. Saúde Colet.**, 2008. v. 13, n. 5, p. 1675-1683, 2008.

SILVA, F. G. DA.; CUNHA NETO, A.; RODRIGUES, L. J.; FIGUEIREDO, E. E. DE S. Quality of minimally processed products marketed in Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. **Int. Food Res. J.**, 2015. v. 4, n. 5, p. 157-164, 2015.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 2010.

SMANIOTO, T. F.; PIROLO, N. J.; SIMIONATO, E. M. R. S.; ARRUDA, M. C. DE. Qualidade microbiológica de frutas e hortalças minimamente processadas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 2009. v. 68, n. 1, p. 150-154, 2009.

STRANIERI, A.; RICCI, E.C.; BANTERLE, A. Convenience food with environmentally sustainable attributes: A consumer perspective. **Appetite**, 2017. v. 116, p. 11-20, 2017.

TASCI, F.; SAHINDOKUYUCU, F.; OZTURK, D. Detection of *Staphylococcus* species and staphylococcal enterotoxins by ELISA in ice cream and cheese consumed in Burdur Province. **Afr. J. Agric. Res.**, 2011. v. 6, p. 937-942, 2011.

VAN BOXSTAEL, S.; HABIB, I.; JACXSENS, L.; DE VOCHT, M.; BAERT, L.; VAN DE PERRE, E.; RAJKOVIC, A.; LOPEZ-GALVEZ, F.; SAMPERS, I.; SPANOGHE, P.; DE MEULENAER, B., UYTTENDAELE, M. Food safety issues in fresh produce: bacterial pathogens, viruses and pesticide residue syndicated as major concerns by stakeholders in the fresh produce chain. **Food Control**, 2013. v. 32, p. 190-197, 2013.

## INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO SOBRE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO UMBU (*Spondias tuberosa*)

Mileny Lima Santos<sup>1</sup>; Mário Jirlanio Guilherme<sup>2</sup>; Werly Felix Moreira<sup>3</sup> Maycon Fagundes Teixeira Reis<sup>4</sup>; Danilo Santos Souza<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.140-150>

### RESUMO

A desidratação osmótica é uma etapa de pré-tratamento de conservação que tem sido muito utilizada para reduzir a atividade de água e aumentar a estabilidade química e microbiológica de frutas. A realização dessa pesquisa objetivou estudar a influência das variáveis de processo na desidratação osmótica do umbu (*Spondias tuberosa*). Foram utilizadas como matéria-prima o umbu adquirido da flora nativa da região do Alto Sertão de Sergipe. Em seguida, foi feita a seleção dos frutos realizada visualmente através da integridade física, coloração e tamanho, buscando uma maior homogeneidade da qualidade fisiológica. O experimento foi conduzido em Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com 3 repetições no ponto central. As temperaturas da solução de desidratação osmótica variaram entre 25 e 65°C e as concentrações da solução de sacarose entre 30 e 60%. Os frutos foram perfurados com agulha para aumentar o processo de transferência de massa e em seguida submetidos a diferentes condições de processos, em suas devidas temperaturas até atingir o tempo de 6 horas de desidratação. As variáveis dependentes estudadas foram: perda de umidade (PA), ganho de sólidos (GS) e a relação ganho de sólidos e perda de água (GS/PA). A temperatura foi o fator que teve maior influência na perda de umidade dos frutos, no entanto, o valor negativo deste parâmetro indica uma tendência decrescente da perda de umidade com o aumento da temperatura. Pode-se observar que houve significância a  $p < 0,05$  nas variáveis estudadas, concentração de sacarose, temperatura e interação concentração de sacarose x temperatura. Portanto, a utilização de baixas concentrações de sacarose associadas a altas temperaturas promovem a redução da umidade, sendo possível otimizar as condições de temperatura e de sacarose para ter valores desejados no processo de desidratação osmótica.

**Palavras-Chave:** Pressão osmótica, temperatura, sacarose.

### ABSTRACT

Osmotic dehydration is a conservation pretreatment step that has been widely used to reduce water activity and increase the chemical and microbiological stability of fruits. This research aimed to study the influence of process variables on osmotic dehydration of umbu (*Spondias tuberosa*). As raw material, umbu acquired from the native flora of the Alto Sertão region of Sergipe was used. Then, the selection of fruits was performed visually through physical integrity, color and size, seeking greater homogeneity of physiological quality. The experiment was carried out in a Central Composite Rotational Design (CCRD) with 3 replicates at the central point. The temperatures of the osmotic dehydration solution varied between 25 and 65°C and the concentrations of the sucrose solution between 30 and 60%. The fruits were punctured with a needle to increase the mass transfer process. and then subjected to different process conditions, at their appropriate temperatures until reaching the time of 6 hours of dehydration. The dependent variables studied were: moisture loss (PA), solids gain (DS) and the ratio of solids gain and water loss (GS/PA). Temperature was the factor that had the greatest influence on the moisture loss of the fruits, however, the negative value of this parameter indicates a decreasing trend of moisture loss with increasing temperature. It can be observed that there was significance at  $p < 0.05$  in the variables studied, sucrose concentration, temperature and interaction sucrose concentration x temperature. Therefore, the use of low sucrose concentrations associated with high temperatures promotes the reduction of moisture, making it possible to optimize the temperature and sucrose conditions to have desired values in the osmotic dehydration process.

<sup>1</sup> Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [milenylimaag@gmail.com](mailto:milenylimaag@gmail.com)

<sup>2</sup> Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [mariojirlanio100@gmail.com](mailto:mariojirlanio100@gmail.com)

<sup>3</sup> Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [moreira08@academico.ufs.br](mailto:moreira08@academico.ufs.br)

<sup>4</sup> Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [mayconreis@academico.ufs.br](mailto:mayconreis@academico.ufs.br)

<sup>5</sup> Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [daniloss@academico.ufs.br](mailto:daniloss@academico.ufs.br)

**Keywords:** Osmotic pressure, temperature, sucrose.

## INTRODUÇÃO

O umbu é um fruto difundido e consumido na região do nordeste. É produzido pelo umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), possui sabor típico e exótico, doce com elevado gosto ácido. O umbu se destaca como fonte de renda para famílias que povoam essas regiões (MENDES, 1990). Porém, é um fruto de alta perecibilidade, o que faz com que haja perdas de produção. A quantidade de água livre é uma das principais causas da perecibilidade de alimentos, especialmente as frutas. Dessa forma, torna-se necessário o uso de métodos que possam reduzir a atividade de água e melhorar a vida de prateleira dos produtos, como a desidratação osmótica e a secagem.

A desidratação osmótica é um processo de desidratação de frutas e hortaliças sendo o alimento sólido, inteiro ou em pedaços e submetido em solução aquosa de sacarose ou soluto de alta pressão osmótica para remover a água livre contida no alimento, visando a perda de água e ganho de sólidos (sacarose), por esse fator, é um método usado na preparação de frutas do tipo passa, pois além da perda de água, os alimentos submetidos a esse processo tem sabor mais concentrado, aparência e textura de fruta-passa (ALMEIDA, 2011). A transferência de massa que ocorre entre o produto e o meio osmótico pode ser afetada pelas variáveis do processo que podem estar relacionadas tanto com a natureza da matéria-prima, quanto às condições das operações que são aplicadas nesse processo (SOUZA et al., 2012).

O processo de desidratação osmótica, apresenta parâmetros essenciais de controle, como: concentração da solução, temperatura, tamanho da amostra, natureza do soluto utilizado, bem como a estrutura da matéria-prima (ALVES et al., 2019). A desidratação tem como fator principal a perda de água, já o ganho de sólidos serve como indicativo de desempenho. No período inicial, o ganho de sólidos e a elevada taxa de remoção da água é percebida. Em um segundo momento é registrado um decréscimo na remoção da água, sendo assim haverá um equilíbrio entre a fase anterior. Esses fatores (perda de água e ganho de sólidos) podem ser controlados pelas características do produto a ser desidratado (SOUZA et al., 2012).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência das variáveis de processo, como a concentração da solução e a temperatura, sobre o comportamento do ganho de sólidos e a perda de água na a desidratação osmótica do umbu inteiro.

## METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no Laboratório Multiusuário de Bromatologia da

Universidade Federal de Sergipe, Campus Sertão em Nossa Senhora da Glória - SE.

A matéria-prima foi adquirida da flora nativa da região do Alto Sertão de Sergipe. Posteriormente, a seleção dos frutos foi realizada visualmente, buscando uma maior homogeneidade da qualidade fisiológica, quanto à integridade física, coloração e tamanho. Depois de selecionadas, foram transportadas para o Laboratório onde passaram por processos de sanitização e processamento.

### Desidratação osmótica

Para o processo de desidratação osmótica o planejamento experimental utilizado foi o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com duas variáveis (temperatura e concentração de açúcar). As concentrações de açúcar foram definidas por testes preliminares com soluções hipertônicas variando entre 30, 45 e 60% (p/p) utilizando-se açúcar cristal comercial devido ao custo e à água.

O delineamento foi executado conforme distribuição expressa na Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1.** Distribuição dos experimentos para desidratação osmótica do umbu em planejamento fatorial DCCR.

Experimentos	Níveis		Valores	
	Temperatura (°C)	Sacarose (%)	Temperatura (°C)	Sacarose (%)
1	-1	-1	39,2	40,6
2	1	-1	59,2	55,6
3	-1	1	39,2	40,6
4	1	1	59,2	55,6
5	-1,41	0	25	45
6	1,41	0	65	45
7	0	-1,41	45	30
8	0	1,41	45	60
9	0	0	45	45
10	0	0	45	45
11	0	0	45	45

Os frutos foram perfurados com agulha para aumentar o processo de transferência de massa e em seguida submetidos a diferentes condições de processos, em béqueres com 250 mL das soluções em suas devidas temperaturas até atingir o tempo de 6 horas de desidratação. As variáveis dependentes estudadas foram: perda de umidade (PU), ganho de sólidos (GS) e a relação ganho de sólidos e perda de umidade (GS/PU).

### **Análises físico-químicas**

Os frutos foram submetidos às análises físico-químicas de pH em pHmetro, acidez total titulável pelo método de titulação na proporção 1:10 (p/v) de amostra e água destilada. O ensaio de umidade foi feito em estufa a 105 °C por 24 horas. Em seguida utilizou-se um refratômetro para a medição do teor de sólidos solúveis totais (°Brix), seguindo as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL.2004).

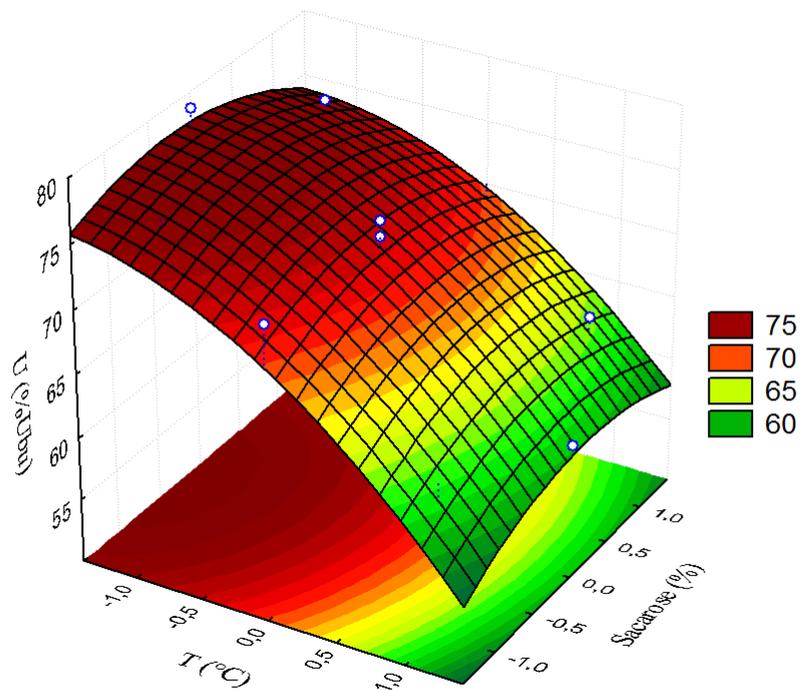
### **Análise estatística**

Para análise dos resultados do delineamento (DCCR), foram realizadas a Análise de Variância (ANOVA). Superfícies de respostas foram aplicadas para indicar as principais tendências de otimização e tipos de modelos matemáticos que mais se ajustam ao comportamento. O gráfico de Pareto foi utilizado para indicar a influência dos principais fatores e modelos utilizados no processo, bem como suas interações. Utilizou-se o *software* Statistica® e os graus de liberdade foram obtidos da triplicata do ponto central do planejamento.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

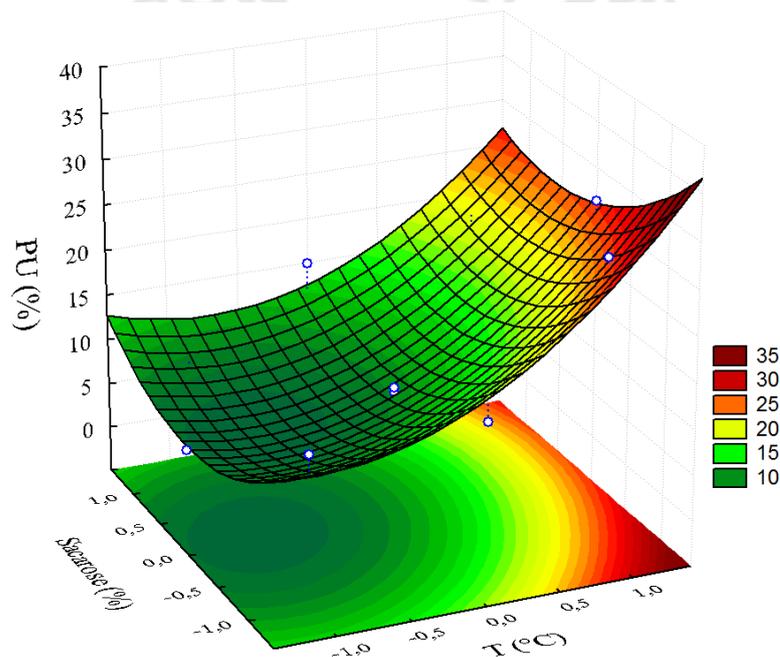
Os resultados observados foram analisados de acordo com a perda de umidade, ganho de sólidos, ganho de peso e a relação entre ganho de sólidos e perda de umidade.

Após a realização dos experimentos de desidratação osmótica, pode-se observar que houve algumas variações e tendências nas respostas estudadas. A Figura 1 mostra que, quanto menor a temperatura estudada, há um maior nível de umidade em base úmida do umbu *in natura*, podendo chegar a 75%U<sub>b.u.</sub> utilizando 25°C (-1,41), sendo que, ao contrário, o menor nível de 60%U<sub>b.u.</sub> foi relacionado à alta temperatura, estabelecida em 65°C (+1,41), utilizada no experimento. A correlação entre a concentração de sacarose também pôde ser observada na superfície de resposta, em que maiores ou menores concentrações, associadas às altas temperaturas, promoveram menores valores de umidade com as colorações verde-escuro.



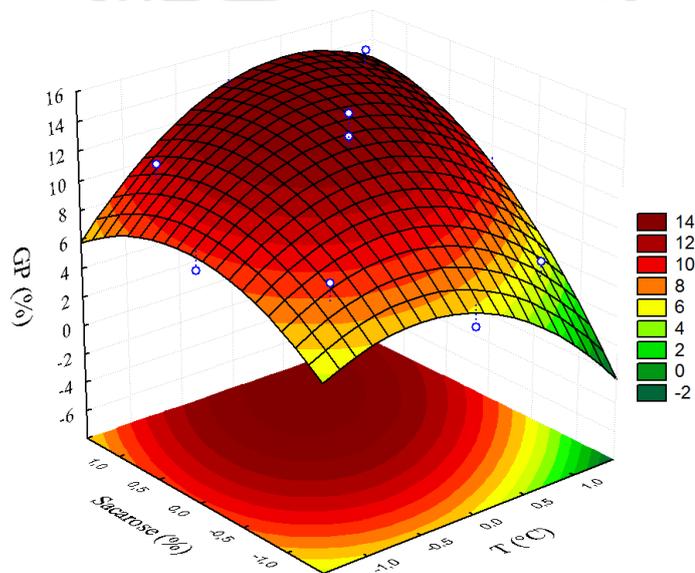
**Figura 1.** Influência da temperatura (°C) e concentração de sacarose (%) na umidade do umbu após desidratação osmótica.

Na Figura 2 que apresenta o comportamento sobre a perda de umidade, observou-se que o nível máximo de perda de umidade, em torno de 35% na média das condições de concentração de sacarose de 40,6% (-1) e temperatura de 59,2°C (+1). Por outro lado, observou o mínimo nível de PU (10%) tendo-se uma concentração de sacarose de 45% (0) e maior temperatura de 65°C (+1,41). Assim sendo, maiores temperaturas influenciaram diretamente na perda de umidade das amostras do umbu.



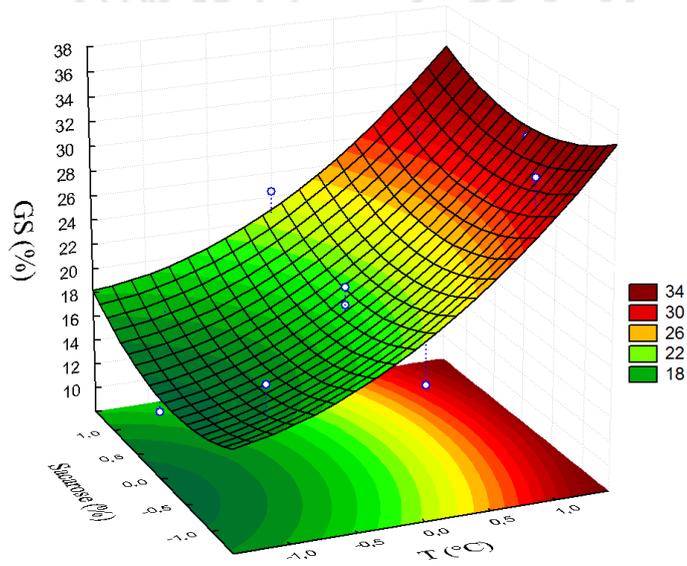
**Figura 2.** Nível máximo de perda de umidade na média das condições de concentração de açúcar.

Como pode-se observar na Figura 3 com o ganho de peso, os menores índices foram observados quando utilizadas maiores concentrações de água, independente de concentração de sacarose e da temperatura. As porcentagens obtidas para o ganho de peso foram os menores valores, em torno de 2%, aproximadamente. A quantidade de água foi a variável que mais influenciou inversamente para o ganho de peso. Por outro lado, quando se reduz o teor de água e aumenta a temperatura, observa-se um ganho de peso independente da concentração de sacarose. Onde, observamos um nível máximo de 14% (GP) em média nas condições em que a concentração de sacarose foi de 45% (0) e temperatura de 45°C (0).



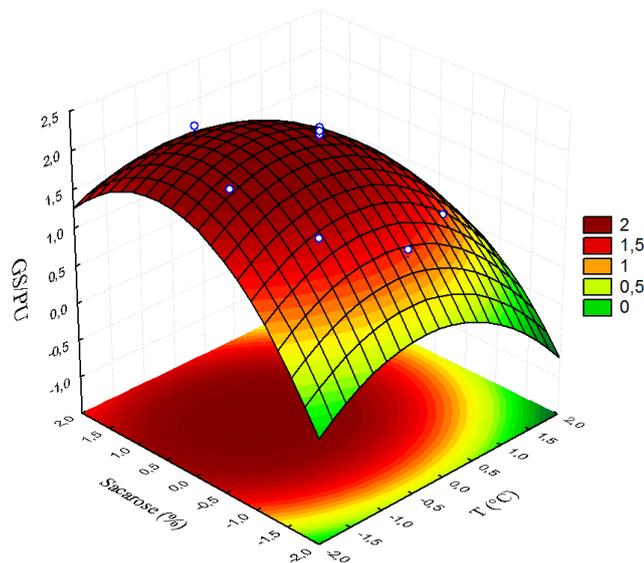
**Figura 3.** Nível máximo de GP em média concentração de sacarose e temperatura.

Na Figura 4, para o ganho de sólido (GS), o nível máximo foi de 34% onde observamos semelhante ganho de sólido quando foram utilizadas concentrações de sacarose a 40,6% (-1) e 45% (0) e os maiores níveis de temperatura de 59,2°C (1) e 65°C (+1,41), obtendo o menor nível de 18% em 45% (0) de concentração de sacarose e um nível baixo de temperatura de 25% (-1,41). Assim, a temperatura demonstrou ser um fator importante para o ganho de sólidos.



**Figura 4.** Ganho de sólido (GS).

Na Figura 5, os menores índices em relação ao ganho de sólidos e perda de umidade (GS/PU) foi registrado em torno de 1% nas concentrações variáveis de sacarose de 30% a 60% sendo utilizado baixa concentração de água. No experimento, o maior nível observado de ganho e de perda foi de 2%, (55,6% de sacarose) e temperatura de 39,2°C (-1) se mostrou a mais eficiente para o GS/PU.

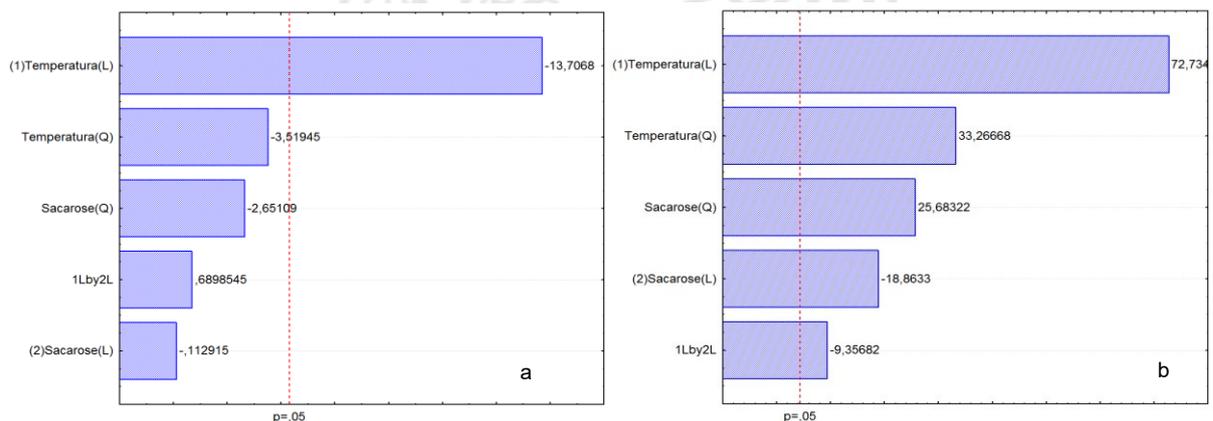


**Figura 5.** Menores índices em relação ao ganho de sólidos e perda de umidade (GS/PU).

Nas Figuras 6 a 8 apresentam-se os diagramas de Pareto das variáveis de respostas no decorrer do processo de desidratação osmótica do umbu. O diagrama de Pareto avalia de forma visual as influências das variáveis de entrada sobre as variáveis de respostas. A magnitude dos efeitos é indicada através das barras horizontais, e as linhas perpendiculares às barras representa

a magnitude dos efeitos com significado estatístico para  $p = 0.05$ , ou seja, os fatores são estatisticamente significativos com 95% de confiança (MELO, 2017).

Para o parâmetro perda de umidade, constatou-se na Figura 6 (a) que a temperatura em modelo linear (L) foi significativa a 95% de confiança. A temperatura foi o fator que teve maior influência na perda de umidade dos frutos, no entanto, o valor negativo deste parâmetro indica uma tendência decrescente da perda de umidade com o aumento da temperatura. Na figura (b), pode-se observar que houve significância a  $p < 0,05$  nas variáveis estudadas, concentração de sacarose, temperatura e interação concentração de sacarose x temperatura (1Lby2L). Já no modelo linear (L) e quadrático (Q) a variável temperatura apresentou sinal positivo, demonstrando um efeito crescente sobre a resposta à perda de umidade quando passam do menor para o maior nível, ou seja, com o aumento da temperatura há uma tendência ao aumento da perda de umidade do umbu. A variável concentração de sacarose no modelo linear (L) mostrou valor negativo, indicando que o aumento desta variável tenderá a reduzir a resposta.

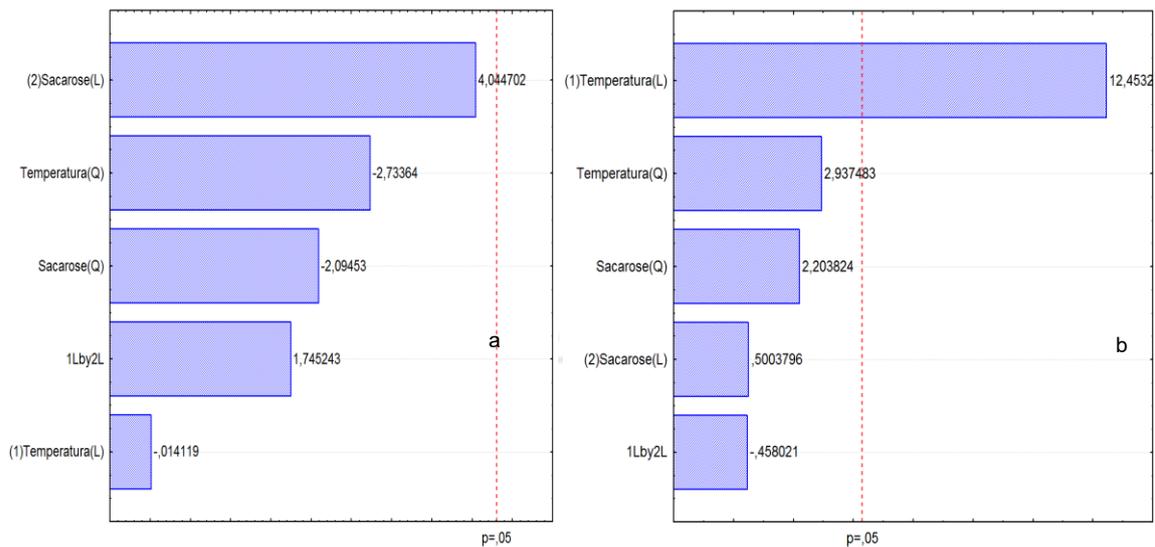


**Figura 6.** Diagrama de Pareto para umidade (a) e perda de umidade (b).

\*1Lby2L – Interação entre fatores; \*\*1 - Temperatura; 2 – Sacarose; L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático.

Na Figura 7, verificou-se que no ganho de peso (a) a concentração de sacarose, temperatura e interação sacarose x temperatura não influenciaram as respostas estudadas, não apresentando efeito significativo a 95% de confiança. Os valores negativos apresentados pelas variáveis, indicam que o aumento destes parâmetros, também tendem a promover um efeito contrário no ganho de peso do umbu. Como a estrutura do umbu é mais sensível, é provável que o aumento da temperatura provoque o rompimento da estrutura celular da polpa, dificultando a fixação de sólidos em seu interior e conseqüente perda de umidade. Estes resultados são divergentes dos encontrados na literatura para outros tipos de frutos, como os analisados por Almeida (2011) que ao realizar o estudo do processo osmótico da banana nanica em diferentes

temperaturas (30, 40 e 50°C) e solução osmótica de sacarose (45, 55, 65°Brix) observou que a temperatura apresentou efeito significativo para a perda de massa das fatias. Deduz-se que as diferentes estruturas celulares dos frutos do umbu e banana tenha influenciado nas divergências de comportamento. A banana possui menor teor de umidade (76g/100g) e, conseqüentemente mais sólidos secos, ao contrário do umbu que tem umidade em torno de 89 g/100g (SILVA *et al.*, 2015). O comparativo indica que, para cada matéria-prima, os fatores devem ser ajustados individualmente.



**Figura 7.** Diagrama de Pareto para ganho de peso (a) e ganho de sólidos (b).

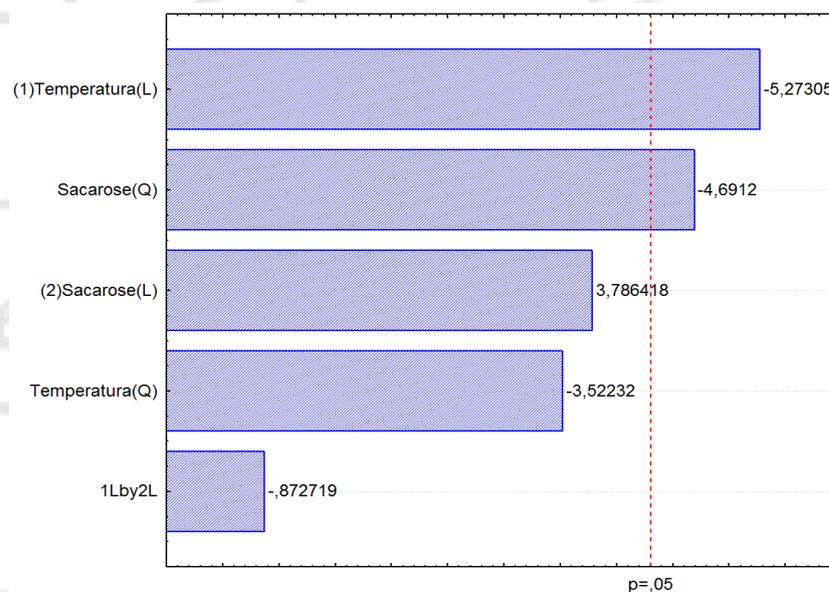
\*1Lby2L – Interação entre fatores; \*\*1 - Temperatura; 2 – Sacarose; L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático.

É possível observar através da Figura 7 (b) que, apenas a variável temperatura (L) exerceu efeito significativo sobre a resposta de ganho de sólidos. Contudo, a variável temperatura apresentou um valor positivo, demonstrando que quanto maior for à temperatura utilizada na desidratação osmótica maior será o ganho de sólidos das amostras. Alves et al. (2019) ao estudarem a desidratação osmótica da pimenta malagueta da variedade malagueta para diferentes concentrações de sacarose (26, 30, 40, 50 e 54°Brix) e temperaturas (38, 40, 45, 50 e 52°C) observaram que não houve efeito significativo destas variáveis para o ganho de sólidos. Provavelmente pelo teor de umidade da pimenta ser inferior ao do umbu, com aproximadamente, 63% e o tempo de desidratação em torno de 30 min.

Portanto, verificou-se que não ocorreu nenhuma interação significativa sobre as respostas estudadas de ganho de peso (a), em relação ao ganho de sólidos (b). De acordo com Souza et al. (2012) esse fato pode ser justificado devido às prováveis transferências simultâneas,

uma vez que se perde peso em água ao mesmo tempo em que se ganha peso em sólidos com a sacarose.

Para a relação ganho de sólidos e perda de umidade houve diferença significativa a  $p < 0,05$  na variável temperatura do modelo linear e na sacarose no modelo quadrático, como mostra a Figura 8. Pode-se observar, que somente a variável concentração de sacarose no modelo linear apresentou valor positivo, mostrando que quanto maior for a temperatura maior será o ganho de sólidos e perda de umidade, podendo ser observado no modelo linear de interação entre o ganho de sólidos e a perda de umidade (1Lby2) que apresentou valor negativo que indica que o aumento tende a causar efeito contrário. Não houve influência significativa da sacarose sobre as respostas estudadas no processo de desidratação osmótica do umbu nas variáveis umidade, ganho de peso e ganho de sólidos.



**Figura 8.** Diagrama de Pareto para a relação ganho de sólidos x perda de umidade.

\*1Lby2L – Interação entre fatores; \*\*1 - Temperatura; 2 – Sacarose; L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliar o processo de desidratação osmótica do umbu *in natura* em relação as suas variáveis dependentes, conclui-se que a tecnologia pode ser eficiente para o desenvolvimento de novos produtos, bem como a utilização de baixas concentrações de açúcar associada a altas temperaturas também pode promover a redução da umidade, contribuindo assim, com a redução de custos com insumos. Os experimentos também mostraram que é possível otimizar as condições de temperatura e concentração de sacaroses para valores de respostas dentro das faixas desejadas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A. R. **Desidratação osmótica de banana (*Musa spp.*): cinética de desidratação e avaliação de compostos bioativos**. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)–Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense-UENF.

ALVES, Denise Gomes et al. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE PIMENTA MALAGUETA (*Capsicum frutescens*), VARIEDADE MALAGUETINHA. **Desafios-Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 6, n. Especial, p. 60-64, 2019.

Desidratação osmótica na produção de frutas passa e sulfitação. **Revista Cultivar**, 2005. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/desidracao-osmotica-na-producao-de-frutas-passa-e-sulfitacao>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

LIMA, Andréa da Silva et al. Estudo da estabilidade de melões desidratados obtidos por desidratação osmótica seguida de secagem convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 107-109, 2004.

MEILGAARD, Morten C.; CARR, B. Thomas; CIVILLE, Gail Vance. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 1999.

NETO DE SOUZA ALVES, Manoel. MAIA ARRAES, Geraldo. et al. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000500016>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

OBTAINMENT OF DEHYDRATED UBAIA BY. **Obtenção de ubaia desidratada pelo processo de liofilização**. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 4, n. 02, p. 235-242, 2010.

SILVA, M. I.; MARTINS, J. N.; ALVES, J. E. A.; COSTA, F. F. P.; Caracterização físico-química da polpa de umbu em camada de espuma. **Revista Semiárido de Visu**. v. 3, n. 2, p.82-91, 2015.

SOUZA, D. S. et al. **Evaluation of the influence of process variables on osmotic dehydration kinetics of avocado pulp (*Persea americana L.*)**. UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde, v. 14, n. 1, p. 31-35, 2012.

TONON, Renata Valeriano; BARONI, Alessandra Faria; HUBINGER, Míriam Dupas. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 715-723, 2006.

VILELA, Nirlene J. et al. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 142-144, 2003.

YADAV, Ashok Kumar; SINGH, Satya Vir. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of food science and technology**, v. 51, n. 9, p. 1654-1673, 2014.

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SORO E ESTABILIZANTE/ESPESSANTE**

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE TRIGO Y ESTABILIZANTE/ ESPESSANTE**

**LITERATURE REVIEW: DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF FERMENTED MILK BEVERAGE WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF WHEAT AND STABILIZER/THICKENER**

Jessica dos Santos Souza<sup>1</sup>; Werly Felix Moreira<sup>2</sup>; Danilo Santos Souza<sup>3</sup>; João Paulo Natalino de Sá<sup>4</sup>; Maycon Fagundes Teixeira Reis<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.151-169>

**RESUMO**

A bebida láctea é um derivado lácteo do aproveitamento do soro de leite, por ele ser rico em nutrientes. Sua elaboração se dá através da utilização do leite, estabilizantes, açúcar, inóculo e principalmente o soro em maior quantidade. O presente trabalho tem como objetivo, elaborar uma bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro e estabilizantes proposto pelo DCCR (Delineamento Composto Central Rotacional), avaliar a concentração de soro pelo método Designer Expert 6.0 e avaliar a qualidade físico-química, microbiológica e análise sensorial. O queijo foi produzido na sala de processamento da Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, para obtenção do soro e a matéria-prima obtida em um laticínio do município de Nossa Senhora da Glória – SE. Observando o PH das diferentes amostras, houve pouca variação entre elas, 4,49 a 4,66, já o teor de sólidos solúveis, houve variação entre 11 e 14 °Brix, estando de acordo com a literatura, entretanto, essa variação pode ser explicada pela adição de açúcar na formulação do produto. Na análise sensorial pode ser observado resultados satisfatórios, onde o aroma alcançou melhores resultados, entre 5,80% e 6,83%, sendo que as amostras 7, 9 e 10, praticamente com as mesmas concentrações de soro e estabilizantes, obtiveram melhores aceitações dos participantes, esses resultados podem ser explicados, pelo fato dos participantes não terem hábito de consumir bebida láctea sem adição de frutas, entretanto, a bebida láctea pode ser solução para o soro dos pequenos laticínios, agregando valor ao produto, já que mesmo sem sabor o produto teve boa aceitação dos provadores.

**Palavras-Chave:** Bebida láctea, soro de leite, concentrações de soro e estabilizantes, análise sensorial.

**RESUMEN**

La bebida láctea es un derivado lácteo del aprovechamiento del suero, por ser rica en nutrientes. Su elaboración se realiza mediante el uso de leche, estabilizantes, azúcar, inóculo y sobre todo el suero en mayor cantidad. El presente trabajo tiene como objetivo elaborar una bebida láctea fermentada con diferentes concentraciones de lactosuero y estabilizadores propuestos por el DCCR (Central Composite Rotational Design), evaluar la concentración de lactosuero por el método Designer Expert 6.0 y evaluar los análisis físicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. El queso fue producido en la sala de procesamiento de la Universidad Federal de Sergipe - Campus do Sertão, para obtener el suero y la materia prima obtenida en una lechería en el municipio de Nossa Senhora da Glória - SE. Observando el pH de las diferentes muestras, hubo poca variación entre ellas, 4.49 a 4.66, por otro lado, el contenido de sólidos solubles, hubo una variación entre 11 y 14 oBrix, de acuerdo con la literatura, sin embargo,

<sup>1</sup> Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [jessi20@academico.ufs.br](mailto:jessi20@academico.ufs.br)

<sup>2</sup> Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [moreira08@academico.ufs.br](mailto:moreira08@academico.ufs.br)

<sup>3</sup> Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [daniLOSS@academico.ufs.br](mailto:daniLOSS@academico.ufs.br)

<sup>4</sup> Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [jpsadesa@academico.ufs.br](mailto:jpsadesa@academico.ufs.br)

<sup>5</sup> Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, [mayconreis@academico.ufs.br](mailto:mayconreis@academico.ufs.br)

esta variación puede explicarse por la adición de azúcar en la formulación del producto. En el análisis sensorial se pueden observar resultados satisfactorios, donde el aroma logró mejores resultados, entre 5,80% y 6,83%, y las muestras 7, 9 y 10, con prácticamente las mismas concentraciones de suero y estabilizantes, tuvieron mejor aceptación de los participantes. , estos resultados pueden ser explicados por el hecho de que los participantes no tienen la costumbre de consumir bebidas lácteas sin la adición de frutas, sin embargo la bebida láctea puede ser una solución para el suero de los pequeños lácteos, agregando valor al producto, ya que incluso sin sabor el producto fue bien aceptado por los catadores.

**Palabras Clave:** Bebida láctea, lactosuero, concentraciones de lactosuero y estabilizantes, análisis sensorial.

#### ABSTRACT

The milk drink is a dairy derivative of the use of whey, because it is rich in nutrients. Its elaboration takes place through the use of milk, stabilizers, sugar, inoculum and especially the whey in greater quantity. The present work aims to elaborate a fermented dairy drink with different concentrations of whey and stabilizers proposed by the DCCR (Central Composite Rotational Design), to evaluate the whey concentration by the Designer Expert 6.0 method and to evaluate the physicochemical, microbiological and analysis sensory. The cheese was produced in the processing room of the Federal University of Sergipe - Campus do Sertão, to obtain the whey and the raw material obtained in a dairy in the municipality of Nossa Senhora da Glória - SE. Observing the pH of the different samples, there was little variation between them, 4.49 to 4.66, on the other hand, the soluble solids content, there was a variation between 11 and 14 oBrix, in accordance with the literature, however, this variation can be explained by the addition of sugar in the formulation of the product. In the sensory analysis, satisfactory results can be observed, where the aroma achieved better results, between 5.80% and 6.83%, and samples 7, 9 and 10, with practically the same concentrations of whey and stabilizers, had better acceptance. of the participants, these results can be explained by the fact that the participants do not have the habit of consuming dairy drinks without the addition of fruits, however the dairy drink can be a solution for the whey of small dairy products, adding value to the product, since even without flavor the product was well accepted by the tasters.

**Keywords:** Dairy beverage, whey, concentrations of whey and stabilizers, sensory analysis.

#### INTRODUÇÃO

O leite é um produto oriundo da ordenha completa, interrompida, em condições de higiene de vacas, cabras, ovelhas ou de outras fêmeas de animais sadios (SERGIPE, 2019). É considerado o alimento mais completo em termos nutricionais, sendo utilizado como matéria-prima para diversos produtos, como queijos, bebidas lácteas, leite em pó, manteiga e bebidas lácteas fermentadas (ORDÓÑEZ, 2005).

O soro de leite é o subproduto líquido obtido a partir da coagulação de leite integral ou desnatado, altamente nutritivo, contendo, aproximadamente, 55% dos nutrientes presentes no leite (tais como proteínas solúveis, vitaminas, lactose e minerais), podendo ser utilizado para a produção de bebidas lácteas. É classificado como ácido, quando obtido da fabricação do caseinato ou de queijo Cottage, ou doce, que é o tipo predominante de soro (AIRES, 2010; ALVES et al., 2014) O soro doce tem maior teor de lactose comparado ao soro ácido, enquanto que esse último possui maior concentração de sais minerais (PABOEUF et al., 2011).

No Brasil, a produção de bebidas lácteas é uma das principais opções de aproveitamento do soro de leite, onde as mais comercializadas são as bebidas fermentadas com características

semelhantes ao iogurte (CAPITANI et al., 2005). A produção de bebidas lácteas fermentadas no Brasil, em 2007, foi de aproximadamente 53.917 toneladas, e em 2014 cerca de 76.484, um aumento de 42% (DATAMARK, 2016). O consumo deste tipo de produto vem crescendo significativamente e a tendência para os próximos anos é o desenvolvimento de bebidas funcionais com a incorporação de microrganismos probióticos (PFLANZER et al., 2010; SIQUEIRA et al., 2013).

Sendo assim, o presente trabalho objetiva desenvolver e avaliar as características físico-químicas e sensoriais de bebida láctea fermentada a base de soro de queijo coalho com diferentes concentrações de soro e estabilizante para validar a melhor formulação através do estudo de otimização e a que tenha boa aceitação sensorial dos provadores

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **CADEIA DE VALOR DO LEITE**

A cadeia produtiva de leite e derivados no Brasil, desempenha um importante papel no setor de alimentos e na geração de emprego e renda, igualando-se a outros importantes setores do mercado. De acordo com dados da EMBRAPA, citados por PACHECO et al. (2012), o Brasil é o sexto maior produtor mundial de leite crescendo de maneira exponencial a uma taxa anual de 4%, taxa está superior à de todos os países que ocupam os primeiros lugares do ranking, respondendo por cerca de 66% do volume total de leite produzido no Mercosul.

A bovinocultura de leite em Sergipe é explorada por pequenos, médios e grandes produtores em todos os municípios do estado, onde a maior concentração se dá, porém, nos municípios de Nossa Senhora da Glória, Porto da Folha, Poço Redondo, Canindé do São Francisco, Gararu, Monte Alegre de Sergipe, Aquidabã, Feira Nova, Nossa Senhora das Dores e Carira, os quais, responderam, em média, por 62,9 % da produção de leite do estado, no período de 2011 a 2016, segundo dados da EMDRAGRO (2018).

De acordo com levantamentos da EMDAGRO (2018) ainda, o município de Nossa Senhora da Glória obteve maior destaque durante o período em análise, onde respondeu por 13,3 % da produção de leite do estado, com o maior rebanho (aproximadamente 17.722 vacas), maior produção (45,07 milhões de litros/ano) e com produtividade média de 12,1 litros/cabeça/dia.

### **SORO DE QUEIJO**

A produção brasileira de queijo apresentou crescimento nos últimos anos (MAPA, 2017), isso ocorreu devido a melhoria na renda dos brasileiros que passaram a consumir mais

leite e produtos derivados.

De acordo com o regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos Animal (RIISPOA), o soro de leite é o líquido obtido após a coagulação do leite na fabricação de queijos (BRASIL, 2017). Apresenta-se como um líquido opaco e de cor amarelo esverdeada.

No Brasil, a maior parte do soro de leite obtido é o soro doce, oriundo da fabricação dos queijos tipo cheddar, provolone, prato e, principalmente, do queijo muçarela. Para a fabricação de um quilo de queijo é utilizado em média 10 litros de leite, a partir desse processamento são gerados entre 6 e 9 litros de soro (FREIRE et al., 2017). Esse subproduto retém cerca de 55% dos nutrientes do leite, sendo considerado relevante, tendo em vista o volume produzido e sua composição nutricional (LEITE et al., 2012).

O soro é composto de umidade (água), sólidos totais, proteínas ( $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactalbumina, caseína do soro, imunoglobulina, lipoproteínas, BSA, lactoferrina, lactoperoxidase, protease-peptona, albumina sérica), gordura, carboidratos (lactose), ácido láctico, vitaminas hidrossolúveis (tiamina, riboflavina, ácido pantotênico, vitamina B6 e B12) e minerais (cálcio, magnésio, zinco, fósforo, cinzas) (ANTUNES, 2003; OLIVEIRA, 2009). Na tabela 1 é possível notar a composição deste subproduto em porcentagem.

Nesta parte do artigo, o autor deve fazer uma exposição e uma discussão das teorias que foram utilizadas para entender e esclarecer o problema, apresentando-as e relacionando-as com a dúvida investigada. A fundamentação apresentada servirá de base para as análises dos dados, no momento da apresentação e discussão dos resultados.

**TABELA 1.** Composição média do lactossoro.

<b>Componente</b>	<b>Porcentagem</b>
Sólidos totais	5% a 6,9%
Proteínas	0,6% a 0,9%
$\beta$ -lactoglobulina	0,2% a 0,4% (50% das proteínas do soro)
$\alpha$ -lactoalbumina	0,1% a 0,15% (25% das proteínas do soro)
Imunoglobulinas	0,06% a 0,1%
Albumina sérica	0,01% a 0,04%
Proteose peptona	0,06% a 0,18%
Lactose	3,9% a 5%
Cinzas	0,3% a 0,7%
Gordura	0,1% a 0,35%
Ácido láctico	0,1% a 0,8%

**Fonte:** Adaptado de Oliveira (2009).

A produção de soro no Brasil compreende a 1,72 milhões de toneladas por ano, sendo

que 1,58 milhões de toneladas são rejeitados, o que constitui perda de 11,7 mil toneladas de proteína por ano (SERAFIM et al., 2017). Verifica-se uma rejeição do soro de leite por parte das indústrias que promovem o descarte deste subproduto de maneira imprópria contribuindo, assim, para com a poluição ambiental, já que custo do tratamento é elevado. Por essa razão algumas indústrias optam pelo descarte direto na rede pública de esgotamento e demais corpos d'água (SIQUEIRA; MACHADO; STAMFORD, 2013).

Atualmente, o soro de leite vem sendo melhor reaproveitado pela indústria de alimentos, visto que pesquisas demonstram o seu alto valor nutritivo e funcional, sendo capaz de gerar lucros para as indústrias que conseguem reutilizá-lo (PFRIMER, 2018) na elaboração de diversos derivados e outros fins, tais como: ricota, leites fermentados, produtos de panificação, produtos cárneos, alimentação para atletas, crianças, idosos, indivíduos com restrições alimentares, sobremesas e bebidas lácteas, entre outros (CORTEZ, 2013). O uso de soro de queijo traz redução de custos com ingredientes, mas os principais benefícios são as características sensoriais e nutricionais favoráveis que conferem ao produto, além da amenização do problema da poluição ambiental. O soro de queijo vem sendo utilizado na elaboração de formulações de doces de leite, iogurtes, bebidas lácteas, entre outros (RAMOS, 2010). O componente mais valorizado do pelas indústrias alimentos é a proteína, devido suas propriedades funcionais dentre elas a solubilidade, ligação e absorção de água, viscosidade, geleificação, elasticidade, emulsificação e formação de espuma (ABREU, 1999).

#### BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

A necessidade por parte de laticínios em reaproveitar o soro de leite, aliada à busca dos consumidores por um alimento mais saudável e de bom custo-benefício, favorece o desenvolvimento de bebidas lácteas fermentadas das mais diversas (BUSANELLO, 2014).

A produção de bebidas lácteas no Brasil, segundo Capitani et al. (2005), é uma das principais fontes de reaproveitamento do soro originado nos laticínios, e dentre as formas mais comercializadas estão as bebidas fermentadas, que apresentam características organolépticas semelhantes ao iogurte, e bebidas lácteas não-fermentadas.

De acordo com a Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005, bebida láctea é definida como um produto lácteo obtido a partir da mistura do leite, seja in natura, pasteurizado, esterilizado, Ultra High Temperatura ou UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado, com soro de leite em sua forma líquida, concentrada ou em pó, o qual deve apresentar no mínimo 51% da base láctea do total de ingredientes do produto, podendo ainda ser adicionada ou não de produto ou substância

alimentícia, gordura vegetal, leite fermentado e fermentos lácteos (BRASIL, 2005). Essa Instrução Normativa salienta ainda que para uma bebida láctea ser considerada fermentada esta deve passar por etapa de fermentação mediante ação de microrganismos específicos (são comumente utilizados *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*) e/ou adição de leite fermentado não podendo ser submetido a tratamento térmico ao final do processo fermentativo. E a contagem total de bactérias lácteas viáveis no produto final deve ser de no mínimo 10<sup>6</sup> UFC/g, para o cultivo láctico específico utilizado, durante o prazo de validade (BRASIL, 2005; MOKOONLALL et al., 2016). Fica estabelecido então como único parâmetro físico-químico o teor de proteínas que para bebidas lácteas fermentadas é de 1,7% para fermentadas sem adições 1,4% para bebidas fermentadas adicionadas de leites, fermentados e 1,0% para bebidas lácteas fermentadas com adições ou bebidas lácteas fermentadas com produtos ou substâncias, (BRASIL, 2005).

A bebida láctea fermentada é um produto semelhante ao iogurte, muito nutritivo cujo valor calórico varia de acordo com os ingredientes utilizados na sua elaboração. A pasteurização tanto do leite como do soro, durante o desenvolvimento da bebida é de fundamental importância para que haja a eliminação de possíveis microrganismos patogênicos de forma a garantir a inocuidade microbiológica do produto e aumentando a sua vida de prateleira. A faixa de pH do produto final deve chegar a 4,6. O iogurte natural pode ser utilizado como fermento probiótico, os quais apresentam benefícios a saúde (CISLAGHI, et al 2018). Os ingredientes obrigatórios das bebidas lácteas fermentadas são: leite, soro de queijo e cultivo de bactérias lácteas ou leite fermentado. Opcionalmente podem, ser utilizados creme de leite, sólidos de origem láctea; açúcares e/ ou glicídios, maltodextrina, edulcorantes, frutas, mel cereais, gorduras vegetais, chocolate, amidos, gelatina ou substâncias alimentícias (BRASIL,2005).

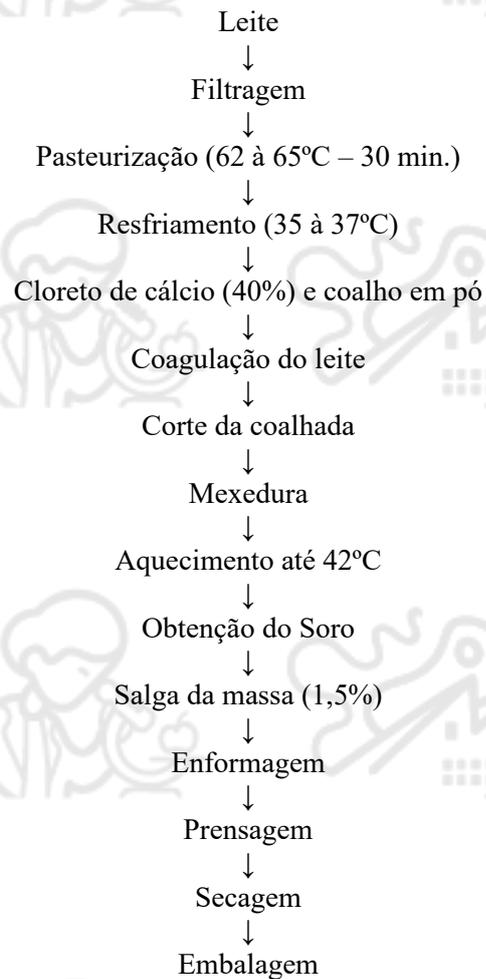
## **METODOLOGIA**

### **PRODUÇÃO DE QUEIJO COALHO PARA OBTENÇÃO DO SORO**

A matéria prima utilizada na produção do queijo coalho para obtenção do soro foi adquirida de um laticínio do município de Nossa Senhora da Glória – SE e transportada ao laboratório sob refrigeração. O queijo foi produzido no laboratório 3 de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe Campus Sertão.

Seguindo as Boas Práticas de Fabricação as etapas do processo de produção do queijo coalho estão apresentadas na Fluxograma 1.

**FLUXOGRAMA 1.** Etapas do processo de produção de queijo de coalho

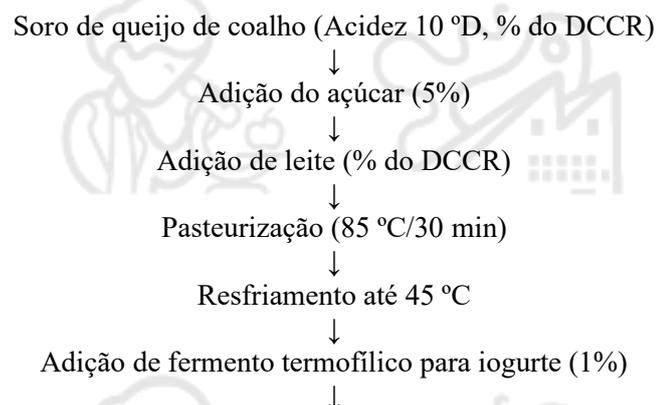


Fonte: EMBRAPA (2008)

## ELABORAÇÃO DA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

A bebida láctea fermentada foi desenvolvida com base na metodologia descrita por SANTOS et al. (2008). As etapas de desenvolvimento encontram-se apresentadas no Fluxograma 2.

**FLUXOGRAMA 2.** Etapas do processo de produção de bebida láctea fermentada.



Fermentação até atingir 65 °D (pH 4,5 a 4,7)



Adição de estabilizante/espessante “Gelatina sem sabor” (% do DCCR)



Envase



Armazenamento sob refrigeração (5 °C – 10 °C)

**Fonte:** Santos (2008)

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

No primeiro momento foi utilizado um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), baseado na Metodologia de Superfície de Resposta (RODRIGUES, 2009). Foi feito um experimento utilizando o DCCR, utilizando como fatores a concentração de soro de queijo e concentração de estabilizante/espessante, conforme os níveis experimentais mostrado nas Tabelas 2.

Os experimentos foram realizados em ordem aleatória, obtendo como respostas a acidez total titulável, pH, sólidos solúveis totais e atributos sensoriais. A escolha dos níveis experimentais utilizados foi baseada em informações da literatura. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e de regressão, considerando-se a falta de ajuste, a significância dos parâmetros e o coeficiente de regressão. Por meio da análise da metodologia de superfície de resposta, utilizando o pacote estatístico Statistica® versão 8.0, determinará as melhores concentrações de soro e estabilizante nas formulações da bebida láctea fermentada.

**TABELA 2.** Fatores e níveis experimentais utilizados na otimização da produção de bebida láctea fermentada

FATORES	NÍVEIS EXPERIMENTAIS				
	-1,41	-1	0	1	1,41
Soro (%)	20,0	22,95	30,0	37,05	40,0
Estabilizante/espessante (%)	0,20	0,244	0,35	0,456	0,50

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Após a execução dos experimentos propostos pelo delineamento experimental (DCCR), foi definido um ensaio que favoreça uma melhor condição de produção da bebida láctea em estudo. Para isto, foram associadas todas as respostas simultaneamente e avaliado qual concentração dos fatores resultou na melhor formulação de bebida láctea fermentada. O programa Design-Expert® (Stat-Ease-EUA) foi utilizado para gerar um projeto de experimentos em que foi permitido selecionar a melhor condição (D-ótimo) de formulação da bebida láctea.

As análises foram realizadas seguindo um planejamento fatorial completo 2<sup>2</sup>, incluindo

4 pontos axiais e 4 repetições no ponto central para avaliação do erro puro, consistindo em 12 ensaios conforma apresentado na Tabelas 3.

**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	22,95	0,244
2	1	-1	37,05	0,244
3	-1	1	22,95	0,456
4	1	1	37,05	0,456
5	-1,41	0	20,00	0,35
6	1,41	0	40,00	0,35
7	0	-1,41	30,00	0,20
8	0	1,41	30,00	0,50
9	0	0	30,00	0,35
10	0	0	30,00	0,35
11	0	0	30,00	0,35
12	0	0	30,00	0,35

**Fonte:** Dados da pesquisa

### ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

**A Potencial hidrogeniônico (PH):** Para determinação de pH das amostras, foi utilizado um potenciômetro, devidamente calibrado com soluções padrão de pH de 4,0 e 7,0 conforme as normas analíticas da (AOAC, 2005).

**Teor de sólidos solúveis totais (BRIX°):** Os Sólidos solúveis totais foram determinados por leitura direta em refratômetro analógico, sendo os resultados expressos em °Brix, de acordo com as normas analíticas da AOAC (2005) a 25°C.

**Determinação de acidez total titulável:** Para determinação foi pesado de 10g da amostra e titulado com NaOH 0,1 mol e o resultado foi calculado em graus Dornic e adicionado fenolftaleína a 1% de 3 a 4 gotas como indicador a coloração rósea, de acordo com o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2004).

### ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As determinações de análise microbiológicas em geral foram medidos 25mL das 12 formulações da bebida que foram adicionadas em erlenmeyers contendo 225mL de água peptonada, o qual foi homogeneizado, obtendo-se a diluição 10<sup>-1</sup>. A partir desta diluição foi retirado 1mL da amostra e transferido para tubos de ensaio com 9mL de água peptonada, homogeneizando, obtendo-se 10<sup>-2</sup> repetindo esse processo até a diluição.

Em relação a quantificação de coliformes totais e termotolerantes foi realizado o método oficial, iniciando pela análise presuntiva, utilizando o caldo LST o qual foi distribuído em tubos

de ensaio, sendo fundamental adicionar tubos de Durhan na posição invertida dentro dos tubos de ensaio com 10mL do caldo. Além disso, os tubos que apresentaram resultado positivo, ou seja formação de gás, foram semeados com o auxílio de uma alça para tubos com caldo verde brilhante, os quais foram incubados a 35C por 48 h. Para o teste de confirmativo, os tubos que obtiveram formação de gases foram transferidos para tubos de ensaio contendo 10mL do caldo EC, incubando-os a 45°C por 24h .Sendo os resultados expressos utilizando a tabela dos números mais prováveis

### ANÁLISE SENSORIAL DA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

A avaliação sensorial das formulações em questão foi realizada um teste de aceitação com uma escala hedônica de nove pontos (variando de “desgostei extremamente, escore 1, a “gostei”; extremamente, escore 9), com 60 provadores não treinados de ambos os sexos com idade variando entre 18 e 35 anos. As amostras apresentadas modicamente em copos plásticos descartáveis brancos (Capacidade de 50 ml) cheios, codificados aleatorizados. Entre cada amostra oferecido um copo de água mineral à temperatura ambiente para limpar a boca, evitando influência de uma amostra para outra. Aos provadores será dada a opção de acrescentar comentários livres nas fichas de avaliação de cada formulação.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio das análises físico químicas foram avaliadas as características apresentadas na tabela 4 após a bebida láctea fermentada pronta para o consumo.

**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 repostas (valores médios) após o produto pronto para consumo.

ENSAIOS	FATORES			RESPOSTAS	
	SORO DE LEITE (%)	ESTABILIZANTE (%)	pH	AT (°D)	SST (°Brix)
1	-1 (22,95)	-1 (0,24)	4,56	55,80	12
2	1 (37,05)	-1 (0,24)	4,60	54,10	10
3	-1 (22,95)	1 (0,45)	4,66	58,00	12
4	1 (37,05)	1 (0,45)	4,49	67,60	13
5	-1,41 (20,00)	0 (0,35)	4,60	69,70	14
6	1,41 (40,00)	0 (0,35)	4,55	73,00	13
7	0 (30,00)	-1,41 (0,20)	4,60	68,20	11
8	0 (30,00)	1,41 (0,50)	4,57	69,40	12
9	0 (30,00)	0 (0,35)	4,61	41,20	11
10	0 (30,00)	0 (0,35)	4,54	42,10	11
11	0 (30,00)	0 (0,35)	4,57	43,20	11
12	0 (30,00)	0 (0,35)	4,51	40,90	11

Fonte: Dados da pesquisa.

Observando os valores de pH do processo fermentativo como mostra na tabela 4 pode-se ver que houve pouca diferença do pH, entre as amostras, variando entre 4,49 e 4,66. A amostra 3 obteve o pH mais alto 4,66. No entanto encontra-se dentro dos padrões, de acordo Thamer e Penna (2006) o pH em torno de 4,8 é considerado um parâmetro para finalizar a fermentação de bebida láctea fermentada. Toda às doze amostras encontra-se de acordo com o padrão estabelecido pela a legislação, estando os valores encontrados nesse experimento de acordo com a literatura.

Quanto aos valores de AT (°D) apresentado na tabela 4, é possível observar que nos ensaios 4, 5, 6 e 7 a AT (°D) está um pouco elevada, isso pode ser explicado devido as concentrações de soro utilizado no experimento. Segundo Thamer e Penna (2006), a acidez está relacionada com de sólidos adicionados, ao tipo de cultura utilizada, a atividade desta, ao valor estabelecido para finalizar a fermentação, a quantidade de soro de queijo na elaboração das bebidas, quanto maior a concentração de soro tende a ter menor acidez. Apesar da acidez está um pouco elevada os resultados apresentados na Tabela 4 se encontra de acordo com a legislação, que considera valores de 60 a 150 °D (BRASIL 2007).

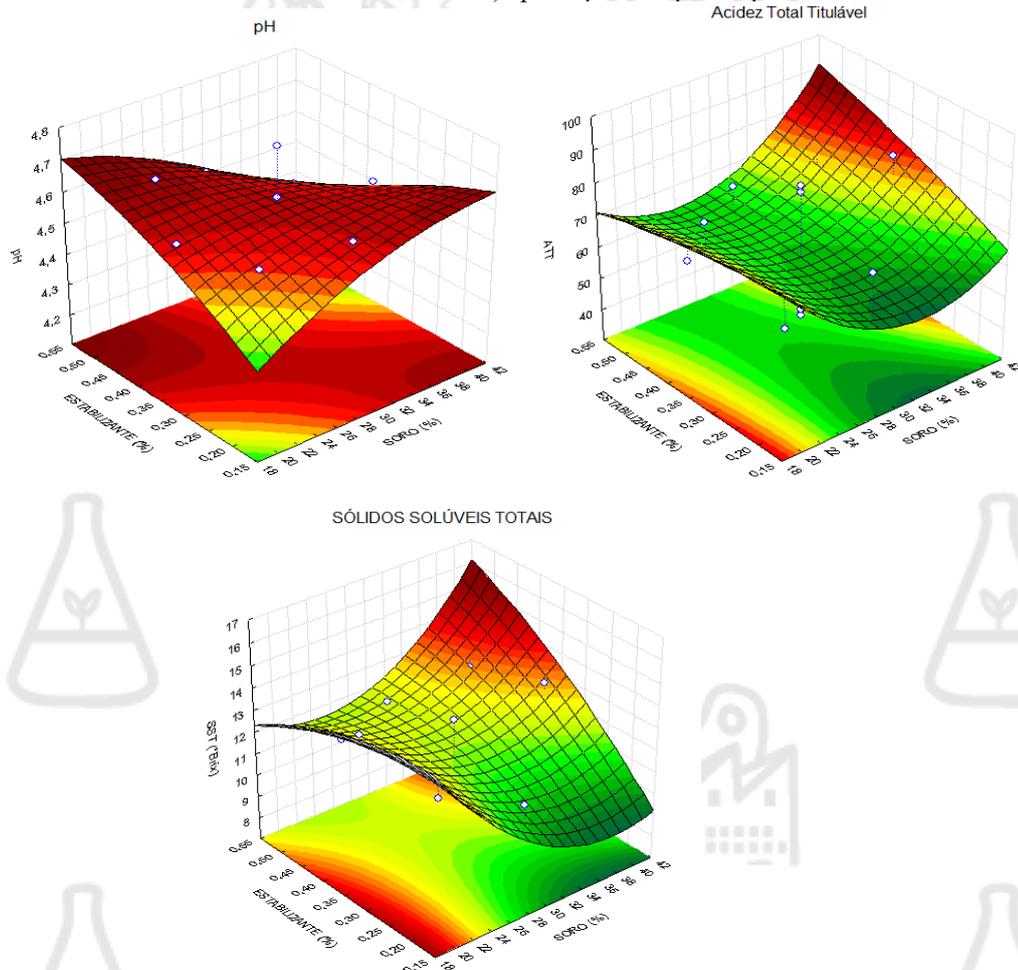
Verifica-se que em todas as 12 formulações o teor de Sólidos Solúveis está de acordo com os valores encontrados na literatura, variando de 11 a 14 °Brix, tendo relação com a concentração de sacarose utilizada na formulação do produto e processo fermentativo para obtenção da bebida, quanto maior os valores desse parâmetro no produto final, torna-se favorável do ponto de vista sensorial para aceitação do produto por suas características adocicada.

Na figura 1 estão apresentados, as superfícies de respostas que representa a tendência dos valores de pH, Acidez Total (AT) e Sólidos Solúveis Totais (SST) das bebidas lácteas fermentadas prontas para o consumo, variando as concentrações de soro e estabilizante. Observando a figura 1 verifica-se que houve aumento do pH da bebida láctea, segundo Franco e Landgraf (2008), a elevação do pH pode ser um indicador de biodegradação de proteína, que resulta em geração de Amônia. Desta forma, nas amostras que ocorreu aumento de pH, pode ter ocorrido foi a proteólise com geração de amins algumas bactérias dependendo da temperatura e do meio, podem utilizar as proteínas como fonte de energia, o que é comum em alimentos de origem animal.

Na figura 1 pode-se ver que onde tem maior concentração de soro o pH ficou mais alto devido as proteínas existentes no soro. Já para a concentração de estabilizante o gráfico mostra que não influencia muito no aumento do pH do produto final. Em relação a concentração de soro, referente ao quesito Acidez Total Titulável, verifica-se que oscila um pouco entre as 12

formulações com uma Acidez Total Titulável acima de 70 °D de ácido láctico. Encontrados nas amostras 6, 10 e 12 nas formulações 10 e 12 foi utilizado as mesmas concentrações de soro e estabilizante já a amostra 6 utilizou 40% de soro e 35% de estabilizante os valores de acidez encontrados nas 12 formulações estão de acordo com os que preconiza a literatura

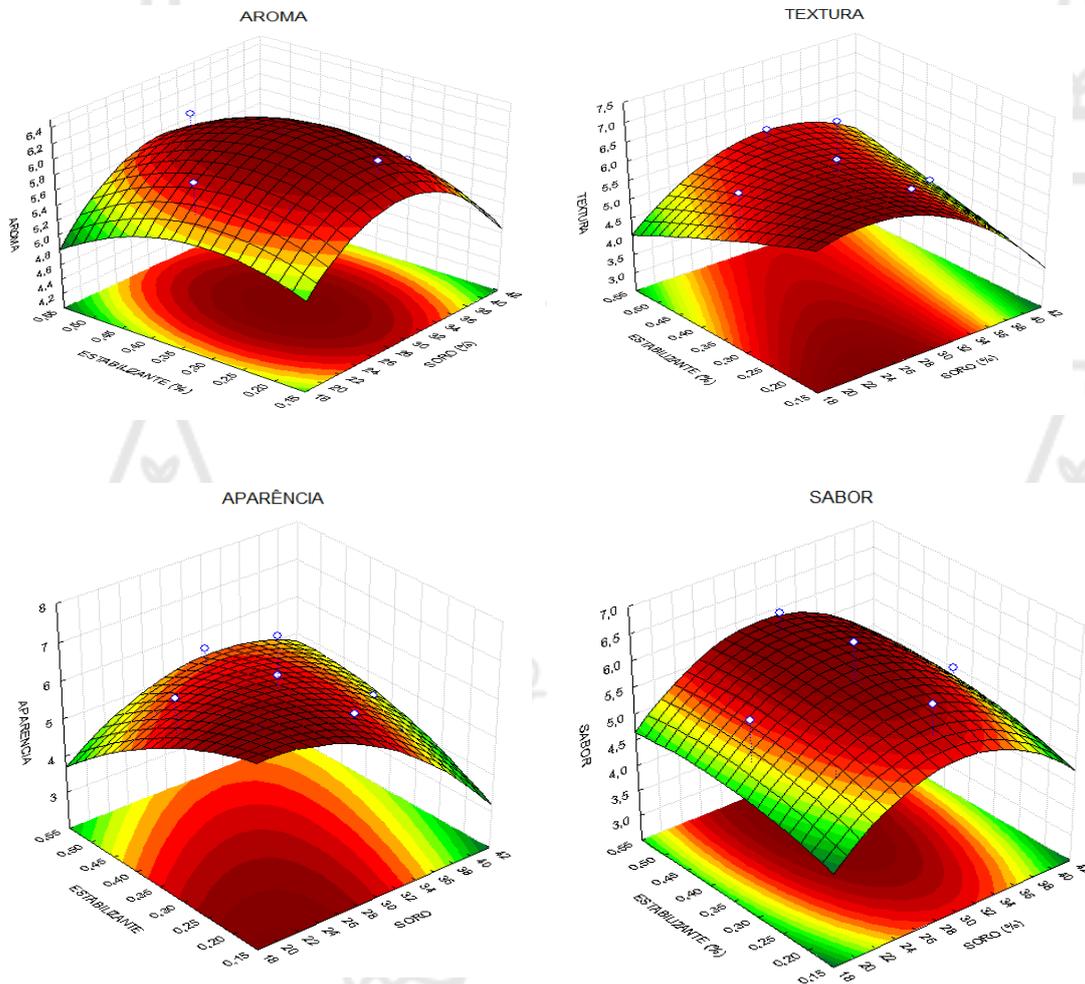
**FIGURA 1.** Curvas de Superfície de Resposta com as combinações dos fatores relacionados a formulação Bebidas Lácteas Fermentadas (Soro de Leite (%) e estabilizante (%)) e as respectivas repostas (pH, Acidez Total - AT e Sólidos Solúveis Totais - SST) após o produto pronto para o consumo.



**Fonte:** Dados da pesquisa

Observando a figura 2, observa-se que para todos os atributos sensoriais avaliados (Aroma, textura, Aparência e sabor) os valores de aceitação para os atributos avaliados tiveram relação direta com a concentração de soro e estabilizante utilizada nas formulações da bebida láctea fermentada, quanto maior o teor de soro e estabilizante maior foram as notas atribuídas a bebida. Este resultado, obtido pode ser explicado pelas características da bebida mais consistente devido a concentração, do estabilizante e o soro contribuir no sabor do produto acabado.

**FIGURA 2.** Curvas de Superfície de Resposta com as combinações dos fatores relacionados a formulação das Bebidas Lácteas Fermentadas (Soro de Leite (%) e estabilizante (%)) e as respectivas repostas dos atributos sensoriais (Aroma, Textura, aparência e Sabor) após o produto pronto para o consumo.



Fonte: Dados da pesquisa

## ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Coliformes termotolerantes: Neste trabalho os resultados encontrados para coliformes termotolerantes estão em maioria de acordo com a legislação em vigor (BRASIL,2005) que estabelece a quantidade máxima de coliformes termotolerantes em NMP/ mL da bebida pronta para o consumo. Apenas a bebida de número dois apresentou indicação de coliformes termotolerantes. A contaminação fecal direta ocorre durante o processamento de matérias-primas de origem animal e devido à falta de higiene pessoal dos manipuladores. Já a contaminação indireta pode ocorrer através de águas poluídas. Em alimentos processados pelo calor sua presença é vista com grande preocupação (Ray,1996), sobre essas vertentes apresentadas o presente trabalho merecia um estudo, mas aprofundado pra identificar o que causou a presença de coliforme termotolerantes na, bebida 02. Quanto as formulações 06 e 07

não estão presentes na tabela por não ter apresentado resultado positivo para coliformes totais, em relação as outras formulações estão tudo dentro do recomendado pela legislação em que estabelece valores máximos 10 NMP/mL(45°C) para coliformes termotolerantes.

Coliformes totais: No presente trabalho os resultados encontrados para coliformes totais apresenta níveis de indicador em 02 das doses das amostras (A1 e A2), estando acima dos limites do que preconiza a legislação para coliformes totais que é de 100NMP/mL (35°) (BRASIL 2005). Os resultados encontrados indicam que houve deficiência quanto a qualidade higiênico-sanitário durante o processo de produção e armazenamento das bebidas lácteas fermentadas, e demonstram qualidade microbiológica inferior em duas amostras exigida pela legislação vigente. Quanto a presença de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C, os resultados das análises microbiológicas mostram que independente dos tipos de estabilizante, e porcentagem destas 10 bebidas lácteas fermentadas estavam aptas ao consumo dentro dos valores de referência para este tipo de produto (BRASIL, 2005), quanto as amostras que apresentou indicador de coliformes merece um estudo mais aprofundado pra identificar o que ocasionou essas contaminações no produto.

## ANÁLISE SENSORIAL

Na tabela 5 é apresentada a média das notas dos atributos aroma, textura aparência e sabor obtidos durante analise sensorial realizada com 60 provadores não treinados.

**TABELA 5** – Delineamento composto central rotacional (DCR 2<sup>2</sup>) com as combinações dos fatores relacionados a formulação das Bebidas Lácteas Fermentadas (Soro de Leite (%) e Estabilizante (%)) e as respectivas repostas dos atributos sensoriais avaliados (valores médios) após o produto pronto para consumo.

NSAIOS	FATORES		RESPOSTAS			
	SORO DE LEITE (%)	ESTABILIZANTE (%)	AROMA	TEXTURA	APARÊNCIA	SABOR
1	-1 (22,95)	-1 (0,24)	5,63	5,47	5,83	4,55
2	1 (37,05)	-1 (0,24)	5,80	4,88	4,95	4,98
3	-1 (22,95)	1 (0,45)	5,45	4,67	4,58	4,90
4	1 (37,05)	1 (0,45)	5,77	5,18	5,18	5,40
5	-1,41 (20,00)	0 (0,35)	6,08	6,20	6,80	5,82
6	1,41 (40,00)	0 (0,35)	5,57	4,87	4,87	5,32
7	0 (35,00)	-1,41 (0,20)	6,23	6,38	6,48	6,17
8	0 (35,00)	1,41 (0,50)	6,13	6,17	6,05	6,30
9	0 (35,00)	0 (0,35)	6,72	6,23	6,40	6,52
10	0 (35,00)	0 (0,35)	6,83	7,22	7,40	7,40
11	0 (35,00)	0 (0,35)	5,63	4,93	5,03	5,40
12	0 (35,00)	0 (0,35)	5,85	5,17	5,43	4,27

Fonte: Dados da Pesquisa

Observando os resultados apresentados na Tabela 5, a avaliação do atributo Aroma, no

qual ficaram em médias entre” Não gostei nem, desgostei “ e gostei ligeiramente “ conforme escala hedônica de nove pontos. Isso pode ser devido o habito de poucas pessoas consumir bebida láctea fermentada sem adição de frutas deixando-a com um sabor mais forte aparentemente ácido. Dentre os outros atributos o aroma foi a que obteve as melhores notas em todas as dose amostras que ficou oscilando entre 5,80% e 6,83% dos provadores, enquanto os outros atributos textura, aparência e sabor apresenta médias 6,38%, 6,80% e 7,40% para bebida láctea fermentada mostrando que esses atributos foram aceitos pelos julgadores. De acordo Teixeira et al. (1987) afirma que para um produto ser considerado como aceito em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que se obtenha um índice de aceitabilidade de no mínimo 70%.

Com os resultados obtidos através do DCCR, observa-se que as amostras que tiveram melhor aceitação em todos os atributos avaliados foram dos ensaios 7, 9 e 10, basicamente com as mesmas concentrações de soro e estabilizante apenas o ensaio 7 com 35% de soro e 20% de estabilizante. Em relação à aceitação do ensaio 10 a 35% de soro e 35% de estabilizante, os resultados foram semelhantes aos encontrados por JAWALEKAR et al. (1993) que utilizaram a gelatina como estabilizante/espessante na formulação da bebida láctea fermentada a base de soro de queijo coalho sendo considerado a mais aceita pelo os provadores. Os ensaios 2 e 3 obtiveram notas mais baixas, ensaio 2 com 37,5% de soro e 24% de estabilizante nos atributos textura, aparência e sabor. Já o ensaio 3 obteve notas baixas também 22,95% de soro e 45% de estabilizante nas suas formulações nos atributos textura, aparência e sabor que ficaram entre 4,67 e 4,95 na avaliação dos provadores.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Concluir-se que, para a elaboração de uma bebida láctea fermentada a matéria-prima tem grande relevância no quesito fermentação e qualidade da mesma, tendo em vista que foi possível desenvolver um produto de fácil tecnologia e boa qualidade, apresentando assim uma alternativa para produção de bebidas à base de soro de queijo coalho, que é um subproduto do leite rico em proteínas e minerais. Os resultados apresentados permitem concluir que os produtos avaliados apresentam um resultado de aceitação favorável por parte dos provadores.

A bebida láctea fermentada a base de soro de queijo coalho, pode ser uma alternativa para os pequenos e grandes laticínios para agregar valor a esse produto que na maioria das vezes é jogado no meio ambiente, pois é possível produzir está bebida com processos fermentativos simples e a baixo custo.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, L.R. Tecnologia de leite e derivados. **Lavras: UFLA/ FAEPE**.1999.205 p.
- AIRES, A. G. O soro de leite como suplemento proteico para atletas. 2010. 52 p. Monografia (Curso de Engenharia de Alimentos) – **Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Porto Alegre, 2010.
- ALVES, M. P. et al. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 69, n. 3, p. 212-226, mai/jun, 2014.
- ANTUNES, A.J. Funcionalidade de Proteínas do Soro de Leite Bovino. **1ª edição. São Paulo: Manole Ltda.**, 2003.
- AOAC.;JW,HORWITZ-**editors. Official methods of analysis**. [S.l.]:Washington DC,AOAC International press, 2005
- BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, 30 março 2017.
- BRASIL. Instrução Normativa nº62 de 26 de agosto de 2003. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo., 18 set. 2003, Seção 1, p.14.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 16 , de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da bebida Láctea. **Diário Oficial da União** [da República Federativa do Brasil ],Brasília, 23 de ago. 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 62, de 29 de Dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. **Diário Oficial da União – DOU**. Disponível em: < <https://www.apcbrh.com.br/files/IN62.pdf>>. Acesso: 11.Set.2019
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº16 de 23 de agosto de 2005.Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade da bebida láctea. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de Agosto de 2005. Seção 1, p. 23.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**[da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de setembro de 2003. Seção 1, p. 14
- BUSANELLO, M. P. Desenvolvimento de bebida láctea fermentada prebiótica com cajá-manga (*Spondias dulcis*). 2014. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos). **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Francisco Beltrão, 2014.

CAPITANI, C. D. et al. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de conservação com polissacarídeo. **Pesquisa, agropecuária brasileira**, Brasília, v.40, n.11, p.1123-1128.2005. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107509/1/Recuperacao-de-proteinas.pdf>>.

CENTRO de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Boletim do Leite. In: **CEPEA Leite, ESALQ/USP**. Ano 21 nº 237 | Janeiro 2015.

CHALITA, M. A. N. Consumo de Queijo como Referência para a Análise do Mercado de Qualidade do Produto. **RESR**, Piracicaba-SP, vol. 50, nº 3, p. 545-562, Jul/Set 2012.

CISLAGHI, F. P. DE C.; BADARÓ, A. C. L.; PINTO, E. P.; SCARABOTTO, L.; Aproveitamento do Soro de Leite nas Agroindústrias. **Jornal de Beltrão**. Francisco Beltrão-PR, 2018.

CORTEZ, N. M. dos S. Diagnóstico da produção do soro de queijo no Estado do Rio de Janeiro. 2013. 96 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, **Universidade Federal Fluminense**, Niterói, 2013.

DATAMARK Ltda. Análise de mercado – bebida láctea fermentada. **Indústria brasileira**. ed. 32. São Paulo, 2016. Disponível em: <[doi:http://www.datamark.com.br/analise-de-mercado/iogurtes-e-sobremesa/bebida-lactea-466/](http://www.datamark.com.br/analise-de-mercado/iogurtes-e-sobremesa/bebida-lactea-466/)>.

EPAMIG – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS – **EPAMIG**. Tecnologia de fabricação de bebida láctea fermentada e não fermentada. 20 p. 2010. Disponível em: <[https://www.academia.edu/24817121/TECNOLOGIA\\_DE\\_FABRICA%C3%87%C3%83O\\_DE\\_BEBIDA\\_L%C3%81CTEA\\_FERMENTADA\\_E\\_N%C3%83O\\_FERMENTADA](https://www.academia.edu/24817121/TECNOLOGIA_DE_FABRICA%C3%87%C3%83O_DE_BEBIDA_L%C3%81CTEA_FERMENTADA_E_N%C3%83O_FERMENTADA)>. Acesso: 11. Set.2019

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **EMBRAPA**. Gado do Leite – Importância Econômica. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso: 03.Fev.2019

EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO DE SERGIPE – **EMDAGRO**. Acompanhamento conjuntural da bovinocultura de leite 2011-2016. Aracaju, julho/2018. Disponível em: <<https://emdagro.se.gov.br/wp-content/uploads/2018/10/ACOMPANHAMENTO-DA-BOVINOCULTURA-DE-LEITE-EM-SERGIPE-JUL-2018.pdf>>. Acesso: 03.Fev.2019

GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE. Lei nº 8523 dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais no estado de Sergipe. **Assembleia legislativa do estado de Sergipe**. Diário oficial da união nº 28178 de 30/04/2019. Sergipe, Brasil INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz . **IAL**.4.ed.v. 1. São Paulo, 2004

LEITE, M.T. et al. Canonical analysis technique as an approach to determine optimal conditions for lactic acid production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 15009. **International Journal of Chemical Engineering**, v.2012, ID 303874, 9p, 2012.

MAGALHÃES, K.T. et al. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, v.126, p.249-253, 2011.

MOKOONLALL A, NOBEL S, HINRICHS J. Post-processing of fermented milk to stirred products: Reviewing the effects on gel structure. **Trends in Food Science & Technology**, 2016; 54(1): 26-36

NASSU, R. T. Queijo de Coalho. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 40 p. (**Agroindústria Familiar**). Disponível em: < <https://central3.to.gov.br/arquivo/228628/>>. Acesso: 11.Set.2019

NERO, L.A.; BELOTI, V.; BARROS, M.A.F.; ORTOLANI, M.B.T.; TAMANINI, R.; FRANCO, B.D.G.M. Comparison of Petrifilm Aerobic Count plates and the ManRugosa-Sharpe agar for enumeration of lactic acid bacteria. **Journal of Rapid Methods & Automation in Microbiology**, v. 14, p 249-257, jul 2006.

OLIVEIRA, M. N. Tecnologia de produtos lácteos funcionais. **São Paulo: Atheneu Editora**, 2009.

ORTOLANI, M.B.T.; VIÇOSA, G.N.; BELOTI, V.; NERO, L.A. Screening and enumeration of lactic acid bacteria in milk using three different culture média in Petrifilm™ Aerobic Count plates and conventional pour plate methodology, **Journal of Dairy Research**, v. 74, p. 387-391, jul. 2007

PABOEUF, V. et al. Processo de fabricação de ricota por ultrafiltração. **Revista Indústria de Laticínios**, v. 16, n. 92, p. 144-146, 2011.

PACHECO, W. F.; ARRUDA, P. C. L. DE; CARMO, A. B. R. DO; LIMA, F. W. R. A cadeia produtiva do leite: um estudo sobre a organização da cadeia e análise de rentabilidade de uma fazenda com opção de comercialização de queijo ou leite. **RRCF**, Fortaleza, v.3, n. 1, Paulo; editora Atheneu, 2008

PFLANZER, S. B.; CRUZ, A. G.; HATANAKA, C. L.; MAMEDE, P. L.; CADENA, R.; FARIA J. A. F.; SILVA M. A. A. P. perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v30, n 2, p. 391-398, 2010

PFRIMER, R. T.; desenvolvimento e avaliação de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (eugenia dysenterica); Goiânia-GO, 2018.

RAMOS, T. M. produção de xarope de lactulose a partir do soro de ricota e seu emprego em iogurte e queijo quark. 2010 .99 p. Dissertação (Mestrado em ciências dos alimentos). **Universidade Federal de Lavras**,Lavras ,2010.

RAY, B.Fundamental food microbiology.Boca Rton; **CRC Press**, 1996. 516p.

SANTOS, C. T.; COSTA, A. R.; FONTAN, G. C. R.; FONTAN, R. C. I.; BONOMO, R. C. F. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alimentos Nutrição**. 2008; v.19, n.1, p. 55-60.

SEBRAE, estudo de mercado: queijos nacionais, **SEBRAE**, Brasil, 2008. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/4416AA3881FA433B832574DC00471EF1/%24File/NT0003909A.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4416AA3881FA433B832574DC00471EF1/%24File/NT0003909A.pdf). Acessado em 24/09/19

SERAFIM, C. C, REGOA FCA, FABRISB JT et al. Consumo de nutrientes e perfil metabólico de cordeiros confinados com diferentes teores de soro de leite em pó na dieta. **Uniciências**, 2017; 21(1): 7-11

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A; SILVEIRA, N.F.A. et al. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos. 3 ed. **São Paulo: Varela**, 2007. 552p.

SIQUEIRA AMO, MACHADO EC, STAMFORD TLM. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, 2013; 43(9): 16931700

SIQUEIRA, A. M. O.; MACHADO, E. C. L.; STAMFORD, T. L. M. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, Santa Maria. v 43, n 9 p 1693-1700, 2013

THAMMER, K.G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebióticos, **Ciência e tecnologia de alimentos**, v26, n 3 p 589-595, 2006.

## EVOLUÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DO CERRADO MINEIRO DURANTE A MATURAÇÃO

Pablo Viana Ribeiro<sup>1</sup>; Carla Ferreira de Lima<sup>2</sup>; Istefane Cristina Borges Rodrigues<sup>3</sup> Milla Gabriela dos Santos<sup>4</sup>; Marieli de Lima<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.170-187>

### RESUMO

Minas Gerais é o maior produtor nacional de queijo artesanal, oriundo de sete regiões produtoras (Serro, Canastra, Araxá, Campo das Vertentes, Serra do Salitre, Cerrado e Triângulo Mineiro). Embora estas regiões possuam em comum a forma de obtenção deste produto a partir do leite cru, cada região produz queijo com identidade própria devido às condições climáticas, o preparo artesanal e principalmente quanto ao período de maturação, que exerce um impacto direto nas suas características físicas e na aceitação pelo consumidor. A Portaria nº1305 de 2013 prevê para a comercialização do queijo Minas Artesanal da microrregião do Cerrado o período de maturação de 22 dias, considerando que este período pode ser modificado perante a realização de novas pesquisas que ratifiquem ou retifiquem o tempo atual de maturação. Este trabalho avaliou a evolução da umidade, cor e textura instrumentais em queijo Minas Artesanal do Cerrado Mineiro durante a maturação (0, 7, 10, 14 e 22 dias) em período chuvoso. As amostras de queijo foram coletadas diretamente com os produtores e encaminhadas para as análises de umidade até massa constante a 105 °C e a cor instrumental (luminosidade (L\*) e as coordenadas de cromaticidade a\* e b\*). A textura foi quantificada através da força de cisalhamento e expressa como dureza (N). A umidade reduziu nas amostras de queijo (50,28 % para 36,1 %), o que evidencia a perda de água esperada durante o período. No 7º dia de maturação, os queijos atingiram 42,15 % de umidade, média dentro do intervalo de umidade adequado (36 a 45,9%) para o consumo seguro, estabelecido pela Resolução nº 7, de 28/11/2000 do MAPA. Houve redução significativa de (L\*= 55,78 a 46,27), que demonstra o escurecimento dos queijos, uma das consequências da maturação. A coordenada de cromaticidade a\* (a\*= - 1,38 a -1,94) demonstrou tendência à coloração verde. Conforme esperado, a coordenada b\* (b\*= 9,29 a 12,55) indicou a tendência à cor amarela de forma crescente no período. O aumento da mudança global de cor ( $\Delta E$ ) (6,69 a 10,74) e da dureza (10,42 N a 26,52 N) foram significativas e podem ser correlacionadas com o teor de água perdido no produto durante a maturação, sendo parâmetros viáveis de serem quantificados e úteis no monitoramento nas características sensoriais e visuais dos queijos, contribuindo para a caracterização do queijo Minas Artesanal do Cerrado quanto ao período ideal de maturação e sua posterior regulamentação.

**Palavras-chave:** dureza, leite, teor de água, coloração, textura.

### INTRODUÇÃO

A produção de queijo brasileira é expressiva, atingindo em 2020 um volume de 1,2 milhão de toneladas, o que levou a uma receita de 76 milhões de dólares em exportação nesse ano. O estado de Minas Gerais foi responsável por 40% de toda essa produção, e é muito conhecido internacionalmente pelo Queijo Minas Artesanal (EMATER, 2022).

1 Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas, [pablovribeiro32@gmail.com](mailto:pablovribeiro32@gmail.com)

2 Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas, [carlalima@ufu.br](mailto:carlalima@ufu.br)

3 Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas, [istefanerodrigues@gmail.com](mailto:istefanerodrigues@gmail.com)

4 Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas, [milla@ufu.br](mailto:milla@ufu.br)

5 Professora Doutora, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas, [marieli@ufu.br](mailto:marieli@ufu.br)

A identidade do queijo Minas Artesanal vem se consolidando nos últimos anos através de diversas ações. A produção artesanal de queijo foi reconhecida em 2008 como Patrimônio Cultural Imaterial Brasileiro, pelo Instituto Patrimônio Histórico Nacional - IPHAN (EMBRAPA, 2018). O Decreto nº 48024 de 19/08/2020, regulamentou a Lei Estadual nº 23.157 de 18/12/2018, que descreve sobre a produção e a comercialização do “Queijo Minas Artesanal”, denominado como todo queijo confeccionado com leite integral fresco, cru, que apresente consistência firme, cor e sabor próprios, massa uniforme, isenta de corantes e conservantes, com ou sem olhaduras mecânicas (IMA, 2020). Em relação às técnicas empregadas, pode ter variação de uma região a outra mediante a cultura regional, sendo aceitas técnicas tradicionais ou inovadoras, mas que garantam os padrões de aparência e sabor específicos do Queijo Minas Artesanal feito de maneira mais manual (EMBRAPA, 2021).

Um fator muito importante que conduz à unicidade de cada queijo, de maneira segura, é a relação desse produtor com as Boas Práticas Agropecuárias (BPA) e às Boas Práticas de Fabricação (BPF) adotadas em cada local, cujo impacto resulta no padrão de identidade e qualidade, em que o objetivo maior é manter esses alimentos saudáveis e livres de contaminação (EMATER, 2009).

Por se tratar de um produto oriundo do leite cru, a fim de se eliminar a probabilidade da proliferação de microrganismos patogênicos no produto, recomenda-se um período mínimo de maturação do queijo artesanal antes da comercialização. Pela Portaria nº 2.051 do IMA de 07 de abril de 2021, exige-se um período mínimo de 22 dias ou o período estipulado em estudos científicos de maturação do Queijo Minas Artesanal, para regiões não caracterizadas como produtoras. É exigido um período de 17 dias para a microrregião do Serro; e 14 dias para a microrregião de Araxá, Canastra e Serra do Salitre (RODRIGUES, 2021).

A maturação é a fase final da produção do queijo, onde através deste processo que se desenvolvem as características sensoriais características do produto. Existe a demanda pelo consumidor por queijos artesanais frescos ou com baixa maturação (meia cura), o que muitas vezes inviabiliza a comercialização legalizada do produto e incentiva a informalidade no setor (ITAL, 2017). Embora a Instrução Normativa 30, de 7 de agosto de 2013 (BRASIL, 2013) tenha flexibilizado o processo de certificação para os produtores de queijo artesanal, há a exigência de que o período de maturação inferior a 60 dias só pode ser reduzido mediante comprovação técnico-científica. Pesquisas com os queijos Artesanais do Serro (MARTINS, 2006), Araxá (SALES, 2015) e Canastra (DORES, 2007) conseguiram diminuir esse tempo de maturação.

A caracterização física dos Queijos Minas Artesanais das regiões do Cerrado são

justificados pelas características peculiares de cada queijo, considerando que cada uma dessas regiões tem um modo próprio de fabricar o produto, que envolvem a forma de manipulação do leite, dos coalhos e das massas, na prensagem, no tempo de maturação (cura), operações que conferem a cada queijo aparência e sabor específicos. Desta forma, existe a necessidade de se determinar com precisão o tempo de maturação para os Queijos Artesanais das regiões do Cerrado, a fim de abrir novos mercados para a comercialização deste produto.

Frente ao exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas do Queijo Minas Artesanal proveniente do Cerrado Mineiro até 22 dias de maturação durante o período chuvoso por meio da umidade, cor e textura instrumental.

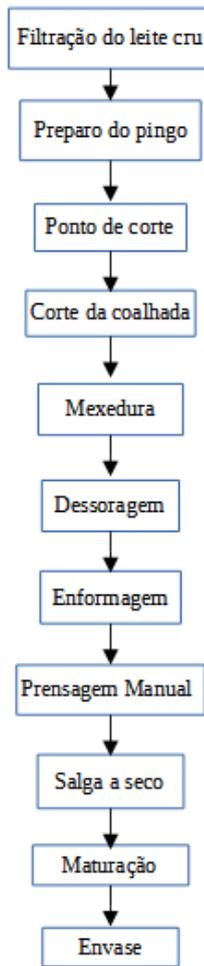
## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Produção do queijo Minas Artesanal**

O setor do queijo em 2019, foi aquecido devido as premiações recebidas, onde o queijo Minas Artesanal, ganhou 50 medalhas no Concurso Mundial do Queijo na França. Em 2021 premiações obtidas pelo queijo Minas Artesanal, mostraram que o mercado continua bem aquecido, onde obteve-se 69 medalhas na região de Minas Gerais na edição de 2021 do Araxá International Cheese Awards (EMATER, 2022). A ascensão do produto, tem como proteção a Regulamentação do Selo Arte pelo MAPA, permitindo que o comércio do queijo saia da clandestinidade. O mercado internacional está mostrando mais aberturas também, com demandas da China e da União Europeia, levando assim a um crescimento da demanda do patrimônio imaterial (EM, 2019).

A obtenção do queijo artesanal ocorre por várias etapas, que devem ser conduzidas corretamente, para se obter um produto final seguro e de qualidade para o consumidor final. Uma recomendação crucial é a respeito da principal matéria-prima, o leite cru, que é utilizado para este processo e deve ser obtido a partir de animais saudáveis, não utilizando leite de animais que estão no período de descarte do leite por um antibiótico, devido a este poder acarretar em contaminação, levando a sérios problemas de saúde para quem consumi-lo (MONTEIRO, 2018). De acordo com IPHAN (2014) Monteiro (2018) e Resende (2010), as etapas de produção estão estruturadas em:

**Figura 1:** Fluxograma da produção do Queijo Minas Artesanal



Fonte: Adaptado de RODRIGUES (2021).

- Filtração do leite cru: É feita de modo que se retire as sujidades provenientes de insetos, pelos de animais ou terra;
- Preparo do pingo: Obtido do soro produzido no primeiro dia de maturação e do coalho para a adição no leite cru, este é um elemento importante para a qualidade final do produto, conferindo características específicas aos queijos artesanais, como sabor e firmeza, geralmente posto junto com o coalho. O coalho serve para coagular o leite cru que está em repouso, conduzindo assim, à próxima etapa;
- Ponto de corte da massa após a coagulação do leite: Para essa etapa, a massa deve se partir sem quebrar, sendo de grande importância cortar no momento ideal, para evitar uma variação na textura do queijo;
- O corte da coalhada: Permite a dessoragem (remoção do soro), com o auxílio de liras, pás e réguas;

- Mexedura: Se mexe a coalhada cortada, para facilitar na dessoragem;
- Dessoragem: Após deixar a massa descansar, os grãos decantam para o fundo, enquanto o soro em si, ocupa a superfície do tanque e é separado por vasilhas higienizadas;
- Enformagem: A massa é colocada concentrada em formas e forradas por tecidos adequados a estes fins;
  - Prensagem Manual: A massa nessas formas, são prensadas manualmente, para retirar o excesso de soro e deixá-la mais compacta. Isso ocorre dos dois lados do queijo e quanto mais soro se retira, mais firme e duro ficará o produto final;
  - Salga a seco: Após a prensagem, é adicionado o sal grosso na superfície do queijo, onde após algumas horas, se vira o outro lado e se repete o processo. No segundo dia, o queijo é transferido para outra bancada e o sal em excesso é retirado;
  - Maturação: Esses queijos, devem ficar maturando em prateleiras, até o tempo necessário (22 dias de maturação), para que o produto possa ser vendido com o mínimo de riscos possíveis a saúde do consumidor. A etapa de maturação nos queijos é caracterizada por uma série de modificações na matriz alimentícia no decorrer do tempo. Sabe-se que com o aumento do tempo de maturação, é previsto com que aquele queijo se torne mais duro, com uma cor mais amarelada e um teor de água menor;
  - Envase: Após cumprido todos os outros processos, este produto normalmente é embalado em embalagens plásticas, mas também pode ser embalado em alumínio, papel, filme, entre outros. Tendo a identificação de lote, fazenda, data de fabricação, além de se ter a necessidade de fazer uma tabela com o valor nutricional, para que assim, seja permitido sua venda de forma legal (MONTEIRO, 2018).

É importante salientar que embora estas etapas de processo sejam as mais frequentes para o Queijo Minas Artesanal, os queijos artesanais no Brasil frequentemente possuem variações quanto ao processamento adotado, além de diferentes períodos de maturação (quando aplicado), tipo de leite utilizado (cru ou pasteurizado), resultando em queijos com distintas propriedades físicas, como texturas, tamanhos, formatos, cor, umidade e sabor diversificados (KAMIMURA et al.; 2019).

### **Propriedades físicas importantes para avaliação de queijos**

As propriedades físicas como a umidade, cor e textura influenciam as características do queijo e podem determinar a preferência do consumidor por esses produtos. Desta forma, a caracterização dos queijos quanto a essas propriedades são ferramentas úteis para se estabelecer

um padrão dos produtos conforme o nicho de mercado desejado (produtos não maturados e maturados, entre outros). O desenvolvimento das características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais é diretamente afetada pela umidade, cuja proporção de água contida na matriz alimentícia é um fator intrínseco relacionado ao desenvolvimento do sabor e da textura e também ao tempo de maturação dos queijos (TAMIME, 2006).

Assim, é importante ressaltar que a umidade destes queijos interfere na atividade de água, que por consequência conduz ao aumento (mediante a um excesso de umidade) ou diminuição (mediante a redução da umidade) da microbiota existente. Em consequência, a própria legislação vigente sobre queijos classifica os mesmos de acordo com o teor de umidade. Um exemplo é a Resolução N° 7, de 28/11/2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2000), onde é preconizado que o queijo Minas do Serro deve ter umidade na faixa de 36 a 45,9%, o que caracteriza esses queijos como de umidade média. Queijo com umidade maior do que o teor recomendado é inapropriado para o consumo, devido ao risco à saúde (EMBRAPA, 2016), visto que o excesso de umidade pode levar ao crescimento acelerado de microrganismos patogênicos, principalmente para a população de risco (SANTOS, 2016).

Em relação a cor instrumental, esta propriedade é um fator crucial de escolha do consumidor no momento da compra. As características pesquisadas pela Emater (2002), para queijos artesanais do Serro maturados por no mínimo de 07 dias, servem de base para se saber o que o consumidor espera de um queijo: consistência compacta; uma cor branca amarelada; sabor leve; ligeiramente ácido e uma crosta fina. Contudo, observou-se que o tempo de maturação leva a alterações visíveis em relação ao aroma; a aparência (coloração mais amarelada e uma umidade visual); a textura da crosta e da massa (ficando mais duras); e de sabor (EMATER, 2002).

Além da avaliação visual, é possível quantificar a coloração nos alimentos e por consequência, a sua variação ao longo do tempo. Nesse sentido, o colorímetro é um equipamento efetivo na identificação de inconsistências, atributos, ou desvios da cor, em relação a algum padrão. É muito usado para o controle de qualidade e processos de produção e fornece resultados divididos em 3 coordenadas de cromaticidade (KONICA MINOLTA, 2013):

- L\* (luminosidade, 0 a 100 → preto ao branco);
- a\* (-a = verde e +a = vermelho);
- b\* (-b = azul e +b = amarelo).

A partir desses parâmetros, o fator  $\Delta E$  (Mudança Global de Cor), também é um parâmetro interessante a ser obtido, cujo valor expressa a diferença entre os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  da amostra padrão no espaço. Esse fator indica o tamanho da diferença de cor, mas não indica a direção em que as cores são diferentes. É definido pela Equação 1 (KONICA MINOLTA, 2013).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

A textura é um dos atributos sensoriais mais importantes em alimentos, embora bastante subjetivo, pois depende da percepção humana, que é variável. Szczesniak (2002) trouxe o conceito de textura e o relacionou com formas instrumentais de se representar a percepção sensorial deste atributo através da quantificação de parâmetros capazes de demonstrar por meio de propriedades mecânicas e de superfícies que representem essas características nos alimentos.

Com relação à textura em queijos, essas medições contribuem em conjunto com outras técnicas para avaliar a influência de componentes estruturais, influenciadas por interações como: caseína-caseína, interações caseína-água e caseína-gordura. Além disso, o estado da água (livre, ou ligada à matriz de caseína), pH e o estado do cálcio (iônico ou ligado à matriz de caseína), temperatura, conteúdo de cloreto de sódio e conteúdo e extensão da proteólise resultarão em comportamentos distintos dos queijos com relação a textura final (EVERETT et al. 2008).

Amarante (2015) definiu as características físicas e sensoriais do queijo do Cerrado como “um produto de crosta fina de cor amarela e sem rachaduras, massa branco-amarelada, textura densa, consistência semi-dura com tendência a natureza macia, semelhante a manteiga, sabor levemente ácido e um sabor não picante e agradável. É comercializado em forma cilíndrica com 15 a 17 cm de diâmetro, 4 a 6 cm de altura e 1 a 1,2 kg de peso”.

No período de maturação, os queijos são mantidos em locais específicos com temperatura e umidade controlada. Nesta condições, além das modificações das propriedades físicas assinaladas anteriormente (umidade, cor e textura), essas alterações são decorrentes de diversos processos bioquímicos (glicólise, proteólise e lipólise), transformando os seus principais componentes, que são a lactose, proteínas e lipídeos além dos microbiológicos, que caracterizarão o flavor e a textura específicos e individuais de cada variedade de queijo (URZEDO, 2008, ORDOÑEZ, 2005).

Além disso, ocorrem mudanças microbiológicas durante a maturação, que incluem a

morte e lises da cultura láctica inicial, o crescimento de uma microbiota extrínseca, em muitas variedades o desenvolvimento de uma microbiota secundária (McSWEENEY, 2004). Como consequência, queijos com distintas características são obtidos conforme condições de fabricação, composição e período de maturação adotados.

## **METODOLOGIA**

### **Coleta dos queijos e maturação**

Foram selecionados produtores de Queijo Minas Artesanal da microrregião do Cerrado todos cadastrados pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). A escolha dos produtores foi realizada pela equipe da EMATER (Patos de Minas) que atenderam aos critérios de interesse e disponibilidade dos produtores em participar do trabalho.

A coleta das amostras foi realizada em cada propriedade rural, também realizada pela equipe da EMATER. Ocorreram duas coletas no período de chuva, onde foram coletados queijos de 11 propriedades rurais oriundas da microrregião do Cerrado. Para viabilizar a realização das análises, houve a divisão de coleta dos queijos. Primeiramente um grupo de 5 produtores, e posteriormente 6 produtores por coleta na segunda batelada. Em cada propriedade foram coletadas amostras do queijo produzido no dia. O restante dos queijos produzidos neste mesmo lote foi armazenado para maturar na própria propriedade rural, em temperatura ambiente e nas próprias instalações dos produtores, mantendo a rotina do processo e sendo coletados nos períodos de 0, 7, 10, 14 e 22 dias. Todas as amostras foram coletadas em triplicata.

### **Avaliação das propriedades físicas dos queijos**

As análises físicas dos queijos foram realizadas no Laboratório de Química e Análise de Alimentos e no Laboratório Instrumental da Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas. Os queijos foram analisados durante a maturação de acordo com os seguintes intervalos (0, 7, 10, 14 e 22 dias) quanto a variação da umidade, cor e textura instrumentais.

O conteúdo de umidade dos queijos foi determinado conforme método do Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2009). Foram utilizados 5 g de amostra, submetidas ao aquecimento em estufa a 105 °C até obter massa constante. Para padronização das amostras, coletou-se porções do queijo que englobassem a região externa (casca) e região central (interna), onde foram trituradas em um processador de alimentos para uma maior homogeneização da análise.

A cor instrumental das amostras foi determinada em leitura direta em colorímetro Minolta, onde foram avaliados os parâmetros de cor das escalas CIELab, onde: L\* (luminosidade, 0 a 100 – preto ao branco), as coordenadas de cromaticidade a\* e b\* que indicam

(-a = verde e +a = vermelho; -b = azul e +b = amarelo). A partir desses parâmetros, também foi calculado o fator  $\Delta E$  (Mudança Global de Cor), demonstrado anteriormente pela Equação 1.

A dureza ou firmeza (N/g) foi expressa nos queijos através da força de cisalhamento medida pela probe Warner Bratzler Shear Force (WBSP), em texturômetro TAXT Plus (Stable Micro System, Surrey, UK), com calibração de uma célula de carga de 2 kg. As amostras de queijo foram cortadas no formato de cilindros de 2,5 cm de diâmetro por 2 cm de altura. As amostras eram cisalhadas pela lâmina movendo-se na direção descendente. A força de cisalhamento, expressa em Newton (N), foi determinada diretamente através dessas curvas, como a força máxima necessária para o corte das amostras.

### Análise estatística

A análise de ANOVA foi aplicada sobre os parâmetros: umidade, cor instrumental ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $\Delta E$ ) e textura instrumental (dureza) sobre o fator: tempo de maturação. A comparação de médias foi realizada através do teste de T no *software* livre Assistat, com significância de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do teor de umidade no queijo Minas Artesanal do Cerrado, durante o período de maturação em período chuvoso, expresso em base úmida (%) é apresentada pela Tabela 01.

De modo geral, ocorreu perda de água nas amostras durante o período de maturação (50,28 % a 36,10 %), sendo uma redução significativa. Os valores obtidos para a umidade do queijo em 0 dias, foram maiores que os obtidos na pesquisa de (Silva et al. 2012), que chegou a 47,24%. Além disso, também foram observados valores superiores aos deste trabalho aos 28 dias (32,81%). Vale ressaltar que a variação pode estar atribuída à localização geográfica, pois foram coletados no município de Uberaba, MG. O desvio padrão observado nos teores de umidade podem estar associados às variações ambientais dos diferentes locais de produção, das práticas adotadas por produtor na elaboração do queijo, da proporção de sal adicionada, além de características estruturais do local onde os queijos foram armazenados em cada propriedade durante o período de maturação.

**Tabela 01** - Umidade em base úmida (%) nos queijos Minas Artesanais do Cerrado.

Tempo (Dias)	Umidade (%)
0	50,28 ± 3,20 <sup>a</sup>
7	42,15 ± 3,00 <sup>b</sup>

10	40,87 ± 1,86 <sup>b</sup>
14	41,51 ± 5,14 <sup>b</sup>
22	36,1 ± 3,38 <sup>c</sup>

Fonte: Própria (2022)

No estudo de Pereira (2019), em um ambiente controlado a 18 graus Celsius e 80% de umidade relativa do ar, ao avaliarem os Queijos Minas Artesanais observaram a variação do teor de água dos queijos de 42,61% a 29,62%, em um período de 7 a 60 dias o que divergiu desta pesquisa (50,28 % a 36,10 %), no qual estes autores obtiveram 31,76% de umidade no 21º dia de maturação, enquanto que nesta pesquisa foi obtido 36,10% aos 22 dias. No estudo de Rocha et al. (2020), também ocorreu a redução da umidade de queijos minas artesanais dentro da faixa de 43,12% para 28,58 % em 30 dias. Variações como estas podem ser atribuídas a uma possível influência da localização geográfica da produção na umidade dos queijos, onde fatores como temperatura e umidade relativa do ambiente possuem impacto direto no mecanismo de perda de água dos queijos. Por isso, a caracterização do fenômeno de perda de água na maturação é importante em processos artesanais, com ausência de condições controladas, quando os fatores ambientais e geográficos vão conferir uma identidade única ao produto.

A Tabela 02 apresenta os valores da avaliação instrumental da cor no queijo Minas Artesanal do Cerrado, através de L\*, a\*, b\* e mudança global de cor ( $\Delta E$ ) durante a maturação por 22 dias.

Houve redução significativa da luminosidade L\* durante o período de maturação (L\* = 55,78 a 46,27), cuja redução foi mais acentuada entre 14 a 22 dias de maturação, respectivamente, o que comprova que uma das consequências da maturação é o escurecimento dos queijos durante o período, efeito que costuma ser percebido visualmente pelos consumidores de queijo. A redução da luminosidade também foi observada por Pereira et al. (2019), que avaliaram a cor instrumental em Queijos Minas Artesanais durante o período de 7 a 60 dias e observaram a redução de L\* = 85,37 a 61,50, respectivamente, enquanto aos 21 dias de maturação, obtiveram L\* = 74,76.

**Tabela 02** - Parâmetros instrumentais de cor (L\*, a\*, b\* e  $\Delta E$ ) nos queijos Minas Artesanais do Cerrado.

Tempo (dias)	L*	a*	b*	Mudança global de cor ( $\Delta E$ )
0	55,78 ± 3,52 <sup>a</sup>	-1,38 ± 0,28 <sup>a</sup>	9,29 ± 2,04 <sup>a</sup>	*

7	51,51 ± 5,61 <sup>b</sup>	-1,93 ± 0,27 <sup>b</sup>	14,17 ± 2,38 <sup>b</sup>	6,69 ± 2,71 <sup>a</sup>
10	51,42 ± 5,84 <sup>b</sup>	-1,92 ± 0,47 <sup>b</sup>	13,42 ± 2,35 <sup>bc</sup>	7,09 ± 2,18 <sup>a</sup>
14	51,20 ± 5,87 <sup>b</sup>	-2,08 ± 0,34 <sup>c</sup>	13,98 ± 2,94 <sup>b</sup>	8,41 ± 2,48 <sup>b</sup>
22	46,27 ± 6,42 <sup>c</sup>	-1,94 ± 0,40 <sup>b</sup>	12,55 ± 3,86 <sup>c</sup>	10,74 ± 3,27 <sup>c</sup>

Fonte: Própria (2022)

\*A mudança global de cor foi avaliada a partir do 7º dia de maturação, sempre comparando os valores do respectivo dia de armazenamento em relação ao dia zero da fabricação dos queijos.

Letras minúsculas representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as linhas da tabela, representando a variação com o tempo de maturação dos queijos.

Na pesquisa de Figueiredo (2014), a redução de  $L^*$  foi de 87,69 a 84,32, para Queijo Minas Artesanal de 0 até 30 dias em uma época chuvosa, foram de mostrando pouca redução no  $L^*$ . No entanto, os valores de luminosidade encontrados pela pesquisa destes autores foram superiores aos obtidos por este trabalho, e esta variação pode ocorrer conforme a origem dos queijos, além da metodologia de leitura das amostras (nesta pesquisa foi padronizada a leitura de cor no interior de um corpo de prova cilíndrico preto, que acompanha o kit do colorímetro Minolta, para evitar interferência da luminosidade do ambiente). Além disso, a região de medição de cor (parte interna ou a casca das amostras) também pode promover variações nos resultados quando comparados com outros estudos.

A coordenada de cromaticidade  $a^*$  demonstrou tendência à coloração verde (valores negativos) para todas as amostras avaliadas, de forma que a coordenada  $a^*$  aumentou de forma significativa de ( $a^* = -1,38$  a  $-1,94$ ) com a maturação. Nos períodos de 0 a 7 dias e no dia 14 notou-se um aumento significativo negativo do  $a^*$ , mantendo-se constante no restante da maturação. Figueiredo (2014) encontrou o mesmo padrão de aumento da coloração verde em um período de 0 a 30 dias para o Queijo Minas Artesanal, indo de ( $a^* = -1,81$  a  $-2,79$ ), enquanto que Pereira et al. (2019) encontraram efeito oposto sobre  $a^*$ , onde os valores obtidos no período de 7 a 60 dias apresentaram valores positivos e sem diferença significativa ( $a^* = 3,46$  a  $5,97$ ), entrando nas mesmas relações de variações especificadas no  $L^*$ .

Conforme esperado, a coordenada  $b^*$  demonstrou valores positivos para todas as amostras, indicando a tendência significativa à cor amarela ( $b^* = 9,29$  a  $12,55$ ). Os queijos apresentaram a maior variação, entre os dias 0 e 7, onde aumentou significativamente de 9,29 para 14,17, porém teve uma redução significativa após esses dias (12,55 após 22 dias). Essa oscilação pode estar associada ao fato de os queijos serem provenientes de amostras distintas, o que resultam em uma maior variação entre as amostras. O incremento da cor amarela durante a maturação ocorre em decorrência dos processos bioquímicos, em especial os processos de lipólise e proteólise (PERRY, 2004). O aumento da intensidade da cor amarela também foi

observado por Figueiredo (2014), no qual para o mesmo tipo de queijo em um período de 0 a 30 dias, observou-se um aumento de  $b^*$  ( $b^*= 20,1$  a  $21,45$ ). Pereira et al. (2019) também encontraram uma relação entre os períodos de 7 a 60 dias de ( $b^*= 27,55$  a  $30,47$ ) estatisticamente diferentes, onde com 21 dias (tempo de maturação necessário para a comercialização por lei) foi obtido  $b^*= 31,54$ . Os resultados deste trabalho demonstram que os queijos Minas Artesanais do Cerrado estavam mais claros em comparação aos queijos avaliados em outros estudos. Esta variação pode estar associada à região de produção do queijo, bem como da composição do próprio leite e condições de maturação envolvidos.

A mudança global de cor ( $\Delta E$ ) aumentou significativamente ( $6,69$  a  $10,74$ ) durante o período de maturação e reflete a variação dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Abril et al. (2001) atribuíram um valor mínimo de  $\Delta E > 0,9$  para percepção visual humana de diferença de cor, cujos valores deste trabalho são superiores, demonstrando que essa alteração é perceptível ao consumidor quanto à mudança de coloração do queijo ao longo de sua maturação. O aumento de  $\Delta E$  pode ser relacionado com a percepção de um queijo artesanal mais escuro e amarelo, considerando a formação de carotenoides no período de maturação (CASTILHO et al., 2019).

A Tabela 03 apresenta a dureza (N) resultante da força de cisalhamento aplicada durante o teste de textura instrumental nos queijos Minas Artesanais do Cerrado durante a maturação.

A força de cisalhamento aumentou significativamente durante a maturação para todos os queijos avaliados ( $10,42$  N a  $26,52$  N), indicando que os queijos ficaram mais duros. A variação das medições de textura é dependente da origem dos queijos (considerando que são oriundos de produtores diferentes), que resultam em variação de fatores como a composição físico-química do leite (cujos teores de proteína, gordura, sal e minerais pode variar conforme alimentação e manejo dos animais) e que podem influenciar a textura dos queijos elaborados (NETO, 2006). Da mesma forma, Fernandes (2018) avaliou a dureza de queijos Minas Artesanais da Microrregião de Campo das Vertentes durante 60 dias e também verificou aumento significativo da dureza com o tempo de maturação ( $3,853$  N a  $11,202$  N).

**Tabela 01 - Dureza (N) nos queijos artesanais do Cerrado durante a maturação em período chuvoso.**

Tempo (Dias)	Dureza (N)
0	$10,42 \pm 2,82^a$
7	$15,23 \pm 4,90^b$
10	$17,18 \pm 6,09^b$
14	$21,02 \pm 7,06^c$

Fonte: Própria (2022)

Como consequência da perda de água nos queijos, existem alterações principalmente na textura dos mesmos, apresentando-se mais rígidos ao longo do período devido a uma maior porcentagem de proteína total, levando a formação de ligações mais fortes (DAGOSTIN, 2011). Além disso, embora a ocorrência de proteólise na maturação possa influenciar no aumento da dureza dos queijos, a perda de água é o fenômeno predominante no processo e principal responsável pelo efeito da dureza (FERNANDES, 2008).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das coletas dos queijos artesanais junto aos produtores de queijo Minas Artesanal do Cerrado Mineiro, foi possível observar o perfil heterogêneo destes profissionais, com variação no volume de produção de queijo, e por consequência, no investimento e na infraestrutura local, que pode ter influenciado na variação dos parâmetros físicos avaliados nos queijos. O ponto em comum entre estes produtores é o fato desta atividade ser a principal fonte de renda, refletindo a importância da atividade na região e da caracterização desses produtos para maior valorização e segurança no consumo.

O Queijo Minas Artesanal do Cerrado apresentou comportamento semelhante a outros tipos de queijos nos parâmetros avaliados durante a maturação. Aos 7 dias de maturação os queijos apresentaram teor de umidade dentro da faixa de consumo sem riscos a saúde (entre 36 a 45,9%), descritos pela Resolução N° 7, de 28/11/2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2000). Porém vale salientar que este não é o único critério a ser considerado, que incluem análises microbiológicas, que serão determinantes em se definir um período mínimo de maturação para consumo, que até o momento é de 22 dias.

A avaliação de cor demonstrou que os processos bioquímicos presentes na maturação como a proteólise, glicólise e lipólise, e principalmente a perda de água, esta última observada neste trabalho, influenciaram na redução da luminosidade  $L^*$ , aumento de  $b^*$  e na mudança global de cor  $\Delta E$ , sendo perceptível a tendência ao escurecimento e ao tom amarelo, à medida que o tempo de maturação do queijo aumentou.

O aumento da dureza observados nos queijos é outra consequência dos fenômenos ocorridos durante a maturação, especialmente pela redução de umidade. Nesse sentido, diferentes nichos de mercado podem ser explorados conforme a preferência do consumidor em relação a este atributo.

A umidade, cor e textura instrumentais são ferramentas úteis no monitoramento nas

características sensoriais e visuais dos queijos, contribuindo para a caracterização deste queijo quanto ao tempo de maturação ideal e sua posterior regulamentação.

## REFERÊNCIAS

ABRIL, M., CAMPO, M.M., ONENC, A., SANUDO, C., ALBERTI, P. NEGUERUELA, A. L. Beef color evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, 58(1), 69-78, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00133-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00133-9).

AMARANTE, J. O. A. **Queijos do Brasil e do mundo: para iniciantes e apreciadores**. 1. Ed. São Paulo: Mescla Editorial, 2015. 387 p.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei PL 2404/2015. **Dispõe sobre a elaboração e comercialização de queijos artesanais e dá outras providências**. Disponível em: [http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1362947&filename=PL+2404/2015](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1362947&filename=PL+2404/2015) Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 30, DE 7 DE AGOSTO DE 2013**. Permitir que os queijos artesanais tradicionalmente elaborados a partir de leite cru sejam maturados por um período inferior a 60 (sessenta) dias, quando estudos técnico-científicos comprovarem que a redução do período de maturação não compromete a qualidade e a inocuidade do produto.

BRASIL. (2000). Resolução n. 7, 28/11/2000. **Critérios de Funcionamento e de Controle da Produção de Queijarias, para seu relacionamento junto ao Serviço de Inspeção Federal**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 jan. 2001.

CASTILHO, A. C. B., Stafussa, A. P., Rodrigues, L. M., Ressutte, J.B., Pozza, M. S. S., Madrona, G. S. Queijos Artesanais Do Paraná: Caracterização De Sua Composição Centesimal / Artisan Cheese From Paraná: Characterization Of Its Proximate Composition. **Brazilian Journal of Development**, v.5, nº10, 2019.

DAGOSTIN, J. L. A. **Avaliação de atributos microbiológicos e físico-químicos de Queijo Minas Frescal elaborado a partir de leite carbonatado**. International Journal of Scientific and Research Publications, New Delhi, v. 4, n. 1, p. 136-150, 2011

DORES, M. T. **Queijo Minas Artesanal da Canastra maturado à temperatura ambiente e sob refrigeração**. 103 p. 2007. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

EMATER. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais. 2022. **DIA MUNDIAL DO QUEIJO. Minas Gerais é responsável por 40% da produção de queijo do Brasil**. Disponível em: <[https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/dia-mundial-do-queijo/?flagweb=novosite\\_pagina\\_interna\\_noticia&id=26194#:~:text=Segundo%20dados%20de%202021%2C%20do,processamento%20de%20Queijo%20Minas%20Padr%C3%A3o.>](https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/dia-mundial-do-queijo/?flagweb=novosite_pagina_interna_noticia&id=26194#:~:text=Segundo%20dados%20de%202021%2C%20do,processamento%20de%20Queijo%20Minas%20Padr%C3%A3o.>) Acesso em: 06 de maio de 2022.

EMATER. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais. 2015. **Triângulo Mineiro terá o primeiro concurso regional de Queijo Minas Artesanal.** <[http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site\\_tpl\\_paginas\\_internas2&id=16407#.V0-4czUrLMw](http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site_tpl_paginas_internas2&id=16407#.V0-4czUrLMw)> Acesso em: 28 fev. de 2020.

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. (2002). **Caracterização da Região do Serro como Produtora de Queijo Minas Artesanal.** Documento, Serro. Belo Horizonte: EMATER.

EM – Estado de Minas Economia. **Mais regiões de MG querem reconhecimento como produtoras de queijo artesanal,** 2019. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/08/12/internas\\_economia,1076529/regioes-d-mg-querem-reconhecimento-como-produtoras-de-queijo-artesanal.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/08/12/internas_economia,1076529/regioes-d-mg-querem-reconhecimento-como-produtoras-de-queijo-artesanal.shtml)>. Acesso em 26 fev. de 2020

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Características físicas e químicas de queijo minas do serro com diferentes períodos de maturação,** 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1057868/caracteristicas-fisicas-e-quimicas-de-queijo-minas-do-serro-com-diferentes-periodos-de-maturacao>>. Acesso em: 23 de fev. de 2020.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estudo reúne informações sobre peculiaridades do Queijo Minas Artesanal.** 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/33735520/estudo-reune-informacoes-sobre-peculiaridades-do-queijo-minas-artesanal>> Acesso em: 10 set 2018.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Queijos artesanais brasileiros,** 2021. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1135036/1/Guia-de-Negocio-Queijos-Artesanais.pdf>>. Acesso em: 06 de maio de 2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Queijo minas artesanal agrega tradição cultural e valor para os produtores de leite,** 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/busca-de-noticias/-/noticia/35193841/queijo-minas-artesanal-agrega-tradicao-cultural-e-valor-para-os-produtores-de-leite>>. Acesso em: 05 de fev. de 2020.

EVERETT, D. W., AUTY, M. A. E. Cheese structure and current methods of analysis. **International Dairy Journal,** 18(7), 759–773. (2008).doi:10.1016/j.idairyj.2008.03.012

FERNANDES, L. E. **Desenvolvimento de tecnologia de queijo tipo minas artesanal da microrregião do campo das vertentes para produção industrial com emprego de leite pasteurizado.** 112p. 2018. (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora.

FIGUEIREDO, S. P. **Características do leite cru e do queijo minas artesanal produzidos na região do serro, minas gerais e, produção de queijos com doces.** 108 p. 2014. (Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.

FREITAS-SÁ, D. G. C., MATTOS, C. T. G. B., MONTEIRO R. P. **Descrição sensorial do queijo do serro: uma contribuição para definição do período de maturação dos queijos artesanais.** In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, 25. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2016.

IAL -INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo, 2009.

IMA. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 1.969, de 26 de março de 2020. **Dispõe sobre a produção de Queijo Minas Artesanal - QMA em queijarias e entrepostos localizados dentro de microrregiões definidas e para as demais regiões do Estado, caracterizadas ou não como produtora de Queijo Minas Artesanal - QMA.** Disponível em: [www.ima.mg.gov.br/institucional/portarias](http://www.ima.mg.gov.br/institucional/portarias).

ITAL. **Brasil Dairy Trends 2020 Tendências do Mercado de Produtos Lácteos.** Editores, Zacarchenco, P. B.; Van Dender, A. G. F.; Rego, R. A. – 1. ed. – Campinas: ITAL, 2017.

KAMIMURA, B. A.; MAGNANI, M.; LUCIANO, W. A.; CAMPAGNOLLO, F. B.; PIMENTEL, T. C.; ALVARENGA, V. O.; PELEGRINO, B. O.; CRUZ, A. G.; SANT'ANA, A. S. Brazilian Artisanal Cheeses: An Overview of their Characteristics, Main Types and Regulatory Aspects. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [s.l], v. 18, n. 5, p. 1636-1657, 2019. doi:10.1111/1541-4337.12486

KONICA MINOLTA. **Avaliação de Cor Instrumental.** 2014. Disponível em: <http://sensing.konicaminolta.com.br/2014/01/avaliacao-de-cor-instrumental/> >. Acesso em: 23 mai. 2022.

LIMA C. F. **Estudo do tempo de maturação do queijo minas artesanal do triângulo mineiro: análises microbiológicas e físico-químicas.** 114 p. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2021.

MARTINS, J. M. **Características físico-químicas e microbiológicas durante a maturação do queijo Minas Artesanal da região do Serro.** 158 p. 2006. (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

McSWEENEY, P. L. H. **Biochemistry of cheese ripening.** International Journal of Dairy Technology, Huntingdon, v.57, n.2/3, p. 127-144, 2004.

MINAS GERAIS. Decreto 44.864 de 01 de agosto de 2008. Altera o regulamento da lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção de Queijo Minas Artesanal. Minas Gerais Diário do Executivo, pag. 1, col. 2, 02 de agosto de 2008

MINAS GERAIS - Governo do Estado de Minas Gerais. Lei nº 23.157 de 18 de dezembro de 2018. **Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais.** Revoga a Lei nº 20.549 de 18 de dezembro de 2012. Diário do Executivo – 7 de abril de 2021. Pag. 1, Col. 2. Belo Horizonte, 2021.

MINAS GERAIS. Portaria nº 2.051, de 07 de abril de 2021b. Define o período de Maturação do Queijo Minas Artesanal produzido nas microrregiões de Araxá, Campo das Vertentes,

Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro. Disponível em: [http://ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com\\_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1739&id=18551&Itemid=1000000000000](http://ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1739&id=18551&Itemid=1000000000000). Acesso em: 06 de maio de 2022.

MONTEIRO, R. et al. **Queijo Minas Artesanal Valorizando a Agroindústria Familiar**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199625/1/Livro-Queijo-Minas-Artesanal-Linfopenia>>. Acesso em: 05 de fev. de 2020.

MONTEIRO, R. P.; MATTA, V. M. EDITORES TÉCNICOS: SAMPAIO, A. C.; CHAVES, D.; MACHADO, R. L. P.; DE SÁ, D. G. C. F.; TAKEITI, C. Y.; MORAES, M. C.; PORTES, P. C. A. **Queijo Minas Artesanal : Valorizando a Agroindústria Familiar**. Brasília, DF: Embrapa; Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018.

NETO, R. J. **Avaliação tecnológica e físico-química de queijo tipo minas frescal obtido a partir do leite concentrado por ultrafiltração**. 70 p. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). – Universidade Federal de Santa Catarina.

OCEMG. **Queijo Minas Artesanal – Guia Técnico para a Implantação de Boas Práticas de Fabricação em Unidades de Produção de Queijo Minas Artesanal**. 68 p. 2008. Disponível em: <http://www.minasgerais.coop.br/pagina/118/projetos---queijo-minas-artesanal.aspx> Acesso em: 12 sr 2018.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos. Alimentos de origem animal**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, v.2, 2005.

PEREIRA, D. A. **Efeito de diferentes condições de maturação nas características do queijo minas artesanal**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais. 2019.

Perry, K. S. P. **Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos**. Serviço de Química e Radioquímica, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, v. 27, No. 2, p. 293-300, 2004.

RESENDE, E. C. **Aspectos sensoriais e microbiológicos do queijo Minas Artesanal da microrregião campo das vertentes**. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

RESENDE, M. **Queijo minas artesanal da serra da canastra: influência da altitude e do nível de cadastramento das queijarias nas características físico-químicas e microbiológicas**. 72 p. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

SALES, G.A. **Caracterização microbiológica e físico-química de queijo Minas Artesanal da microrregião de Araxá - MG durante a maturação em diferentes épocas do ano**. 107 p. (Mestre em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

RODRIGUES, I. C. B. **Caracterização do queijo minas artesanal do cerrado**. 130 p. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Uberlândia,

Patos de Minas, 2021.

SILVA, J. S. **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**. 2ª Ed. Agrícola/CBP&D-Café Universidade Federal de Viçosa JARD. Cap. 5 – Determinação da Umidade do Café, 2008.

SILVA, N.C., TUNES, R.M.M. e CUNHA, M.F. **Avaliação química de queijos Minas artesanais frescos e curados em Uberaba, MG**. PUBVET, Londrina, V. 6, N. 16, Ed. 203, Art. 1358, 2012.

TAMIME, A. Y. (2006). **Brined Cheese**. Iowa: Blackwell Publishing. Disponível em: <http://books.google.com/books>. Acesso em 26 mai. 2022.

URZEDO, A. C. B. **Avaliação do rendimento e maturação de queijos pecorino produzidos com leite de vaca e lipases de cabrito e cordeiro**, 70 p. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos ) – Universidade Federal de Goiás, 2008.

## COMPOSIÇÃO APROXIMADA DE QUATRO ALGAS COMUNS À COSTA PORTUGUESA

## COMPOSICIÓN APROXIMADA DE CUATRO ALGAS COMUNES EN LA COSTA PORTUGUESA

## PROXIMATE COMPOSITION OF FOUR SEAWEEDS COMMONLY FOUND ON THE PORTUGUESE SHORE

Meirielly S. Jesus<sup>1</sup>; Fernando Mata<sup>2</sup>; Ricardo M. P. Pinto<sup>3</sup>; Susana Rocha<sup>4</sup>; Manuela Vaz-Velho<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.188-200>

### ABSTRACT

Four macroalgae species, three red algae (*Palmaria palmata*, *Gracilaria gracilis* and *Porphyra umbilicalis*) and one green algae (*Ulva rigida*) were analysed to calculate and compare their proximate composition. These algae were grown in aquaculture in the same geography, and were also harvested in the same season. *Ulva rigida* differentiates the most from the other with higher contents of carotenoids and lower content in ashes. *Palmaria palmata* shows the lower contents in total sugars, lipids, and protein, but higher in ashes. *Porphyra umbilicalis* and *Gracilaria gracilis* have similar contents showing high contents of both lipids and protein.

**Keywords:** Seaweeds, Algae, Portuguese shore, Chemical composition of seaweeds.

### INTRODUCTION

Algae can be classified into microalgae (microscopic and unicellular) and macroalgae also known as seaweeds (macroscopic and multicellular). This last and larger group is divided into three main types according to their pigmentation: *Phaeophyceae* (brown algae), *Rhodophyceae* (red algae), and *Chlorophyceae* (green algae) (Rodrigues et al., 2015). The chemical contents of the algae vary widely with the species, geography, and season (Afonso et al., 2021).

Seaweeds have a biomass composed of valuable biomolecules, which have grown in scientific interest over the years for different industrial sectors due to their abundance and characteristics (Matos et al., 2021). The search for healthy foods of natural origin and produced sustainably, has increased the demand for algae for direct human consumption, or for the

<sup>1</sup> Center for Research and Development in Agri-food Systems and Sustainability, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, [meiriellyjesus@ipvc.pt](mailto:meiriellyjesus@ipvc.pt)

<sup>2</sup> Center for Research and Development in Agri-food Systems and Sustainability, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, [fernandomata@ipvc.pt](mailto:fernandomata@ipvc.pt)

<sup>3</sup> Center for Research and Development in Agri-food Systems and Sustainability, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, [rpinto@ipvc.pt](mailto:rpinto@ipvc.pt)

<sup>4</sup> Center for Research and Development in Agri-food Systems and Sustainability, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, [srocha@estg.ipvc.pt](mailto:srocha@estg.ipvc.pt)

<sup>5</sup> Center for Research and Development in Agri-food Systems and Sustainability, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, [mvazvelho@estg.ipvc.pt](mailto:mvazvelho@estg.ipvc.pt)

production of food compounds, around the world (Hosseinkhani et al., 2022). According to Fleurence (1999), the algae proteins are more suitable for human consumption when compared with those of vegetable origin due to their composition, and in addition algae also contain essential amino acids such as the aspartic and the glutamic acids.

Approximately 291 species of algae are utilised by humans, most of which by the food sector (Ścieszka & Klewicka, 2019) and hydrocolloids industry such as carrageenans, alginates and agar (Liao et al., 2021). Another fraction is used in the production of pharmaceuticals, cosmetics, animal feed, fertilisers, and paper (White & Wilson, 2015). Rodrigues et al. (2015) refers the important content in beneficial functional ingredients, deserving detailed attention. About 32 million tons of macroalgae (wet weight) are currently processed worldwide, with Southeast Asia standing out as the largest harvesting area (Jönsson et al., 2020).

Due to its high potential, seaweeds represent an important raw material to produce different bioproducts that are categorized into fuel and non-fuel. Non-fuel products are composed by carbohydrates, lipids, minerals, pigments and other bioproducts (Chandra et al., 2019).

Seaweeds are used in the diet of the human being in many communities around the world, mainly in Southeast Asia, and is becoming an important source of food in western societies due to their nutritional and pharmaceutical qualities (Rodrigues et al., 2015). The aim of this study was to explore the different chemical composition of four seaweeds commonly found in the Portuguese shore: three red algae (*Palmaria palmata*, *Gracilaria gracilis* and *Porphyra umbilicalis*) and one green alga (*Ulva rigida*). Furthermore, determine which of the species studied would have the greatest nutritional potential for human nutrition.

## **METHODOLOGY**

For this study four replications of the four different seaweeds were completed. Therefore, a total of sixteen repetitions for each of the laboratory procedures was performed, to determine each of the seaweed contents. The chemicals used in all the processes were analytical or High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) grade. The results were recorded in percentage of dry matter (% DM) for protein, carbohydrates, total sugars, lipids, and ashes, and in ppm for carotenoids.

### **Algae samples**

The food-grade seaweed used in this study were supplied by AlgaPlus (Ilhavo, Portugal), under standardized conditions, sanitized, dried, crushed and packaged in hermetically

closed vials. These were stored at room temperature as per manufacturer labelled advice. The seaweeds were grown in marine aquaculture ponds. *Gracilaria gracilis* and *Ulva rigida* were harvested in the summers of 2018 and 2020, respectively, while *Palmaria palmata* and *Porphyra umbilicalis* were collected in the summer of 2019.

### **Moisture and ash quantification**

The moisture and ash content in the algae were determined according to the National Renewable Energy Laboratory (NREL) protocol. For the quantification of moisture, the convection oven method was adopted. The samples were oven dried (Gallenkamp) at 103 °C until a constant weight was obtained. The weight difference before and after drying was expressed as percentage of moisture. Please keep in mind that this is moisture of the commercial product and not from fresh algae. Then, the oven-dried samples were placed in a muffle (Heraeus Instruments) furnace for 24 h at 575 °C to determine the ash content. Finally, the crucibles were cooled down to room temperature in a desiccator, and weighted. The difference between the initial (after drying) and final weight gives the content of ashes in the algae.

### **Lipids quantification**

The lipids were extracted following the procedure of Batista et al. (2013). A Soxhlet extraction using petroleum ether as an extraction agent, after sample hydrolysis, was used for total lipids quantification. Acid hydrolysis has been used to break the lipids bonds with other compounds, increasing the extraction yield (Cuellar-Bermudez et al, 2015). Samples weighing 5 g were heated until boiling, with 50 ml of 4N hydrochloric acid in an Erlenmeyer flask, covered with a watch glass for 1 hour. The mixture was filtered, with filters incorporated into cellulose cartridges and then placed in extraction ampoules of the Soxhlet device. The extraction was carried out with petroleum ether for 5 hours. The recovered lipids were concentrated in a rotary evaporator, followed by the evaporation of the remaining solvent in an oven at 103 °C. After solvent evaporation, the tube was weighed again to obtain, by difference, the total lipids content.

### **Protein quantification**

To find the protein content, the Kjeldahl method, described by the AOAC (920.11G) (AOAC International, 1995) was used. Samples of the algae of 0.6 g were weighed and subjected to acid digestion (Buchi) of the protein, at a temperature of 420 °C, with two catalyst pellets: concentrated sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and 30% hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). After the

digestion, a distillation and neutralization (Tecator) were conducted, with the addition of excess base, sodium hydroxide (NaOH), collecting the distillate in a boric acid ( $H_3BO_3$ ) solution containing methylene blue and methyl red indicators. Finally, the substrate herein obtained substrate was graduated with a standard solution of chloridric acid (HCl), allowing the calculation of the amount of nitrogen in the sample. The protein content was calculated by converting the total nitrogen content, multiplying by an overall conversion factor ( $6.25 \times N$ ) (FAO, 2012).

### **Carbohydrate quantification**

To determine the carbohydrate content, the DNS colorimetric method (3,5-dinitrosalicylic acid) was used (James, 1995). For the preparation of the samples 0.5 g of algae were weighed and hydrolysed with sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) 1.5 M. Standard glucose solutions were also prepared (0.025, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 1.25 and 1.5 mg glucose per ml). For the measurement of the absorbance, the different samples and the standard glucose solutions were read in 96-well microplates at 540 nm, for which a microplate reader for UV-Vis absorbance (Thermo Fisher) was used. The results were obtained and then recorded as carbohydrate content.

### **Total sugars quantification**

The total sugars were determined using the gravimetric method, according to the Munson and Walker technique, with reference to NP 1419 (IPQ, 1984). For the preparation of the samples, 0.5 g were weighed, and a digestion was carried out with Carrez I and II solutions, to determine the reducing sugars directly or, after inversion, the total sugars, as a function of the copper oxide I (cuprous oxide) obtained by copper reduction II. For measurement, the absorbance of different samples and glucose standard solutions, as explained previously, were read in 96-well microplates at 540 nm, for which a microplate reader for UV-Vis absorbance (Thermo Fisher) was used. The results were obtained and recorded as total sugars content.

### **Carotenoids quantification**

The extraction of carotenoids was performed according to Rodriguez-Amaya (2001). Initially, 5 g of algae samples were weighed, 40 ml of acetone was added and shake in the dark for 15 minutes. Then, the mixture obtained was vacuum filtered within a Buchner funnel and into a 250 ml kitassato. The residue was washed with 3 ml of petroleum ether (repeated 3 times).

The kitassato extract was then transferred into a separatory funnel. For the total removal of acetone and transfer of carotenoids to the second solvent, washes were performed with distilled water three times (100 mL). The quantification of carotenoids extracted from the samples, previously separated, and measured volumetrically, was performed in 96-well microplates at 450nm, using a microplate reader for UV-Vis absorbance (Thermo Fisher). The results were obtained and recorded as carotenoids content.

### **Data analysis**

The different algae were initially tested for significant differences in their chemical composition (ashes, protein, carotenoids, carbohydrates, total sugars, and lipids) with a MANOVA via Wilk's lambda test. Univariate ANOVA tests were performed for the referred contents of the algae chemical composition to test significant differences between algae. The prerequisites for the parametric tests were tested via Kolmogorov-Smirnov tests for the normal distribution of the residuals and via Levine's test for the homogeneity of variances. As the prerequisites were not met, the non-parametric Kruskal-Wallis H test was used, followed by the Bonferroni adjustment as post-hoc. All the significant levels were set to  $P < 0.05$ . All the analysis were performed using Statistica® 14.0.0.15 by TIBCO software Inc, Palo Alto, CA, USA.

To further explain the significant differences found, the data was then explored using multivariate methods, namely principal components and classification analysis based on the correlations between the variables. A cluster analysis was also performed based on the cases, with the Ward aggregation method together with the Manhattan method to calculate the linkage distances.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

All the different chemical contents but the carbohydrates show significant differences between the different algae. Tables 1 summarises these differences.

In Table 2 the scores of the different variables in the principal components factors, can be found. Figure 1 shows the biplot of principal components one and two applied to the chemical constituents (variables) of the algae being studied. Total sugars, lipids and proteins are the main variables contributing to factor one, while carbohydrates, carotenoids and ashes are the main variables contributing to the factor one. Factors one and two together, explain 81.11% of the variability of the data, as can be visualised in Figure 1 and 2.

**Table 01:** Results of the Kruskal-Wallis test applied to the different chemical contents of the algae studied.

Composition	Kruskal-Wallis P-value	Median contents for the different algae			
		<i>Palmaria palmata</i>	<i>Ulva rigida</i>	<i>Porphyra umbilicalis</i>	<i>Gracilaria gracilis</i>
Ash (%)	< 0.01	39.40 <sup>b</sup>	24.72 <sup>a</sup>	29.78 <sup>b</sup>	26.78 <sup>ab</sup>
Protein (%)	< 0.01	9.59 <sup>a</sup>	14.59 <sup>ab</sup>	29.73 <sup>b</sup>	27.93 <sup>ab</sup>
Lipids (%)	< 0.01	1.06 <sup>a</sup>	1.59 <sup>ab</sup>	2.04 <sup>ab</sup>	2.44 <sup>b</sup>
Carbohydrates (%)	> 0.05	25.94	27.02	26.16	26.33
Total Sugars (%)	< 0.05	14.16 <sup>a</sup>	19.45 <sup>ab</sup>	17.72 <sup>ab</sup>	21.44 <sup>b</sup>
Carotenoids (ppm)	< 0.01	8.19 <sup>ab</sup>	14.19 <sup>a</sup>	12.21 <sup>ab</sup>	5.34 <sup>b</sup>

Different letters in superscript are indicative of significant differences ( $P < 0.05$ )

**Source:** Own (2022)

**Table 02:** Scores of the different variables and their contribution for the different factors. Principal components median analysis performed on the correlations between variables.

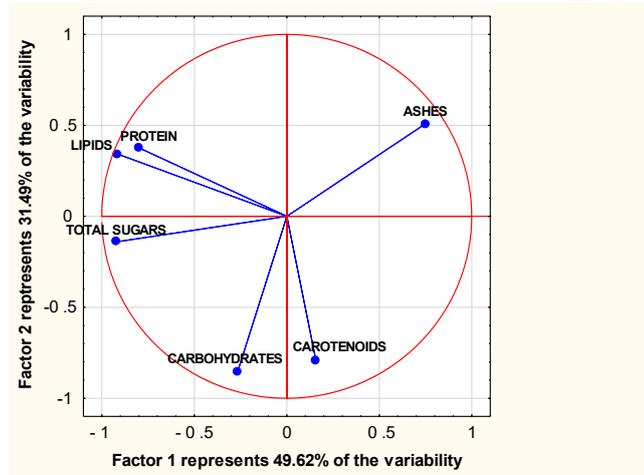
Variables	Scores					
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
Ash	0.189	0.137	0.047	0.326	0.301	0.001
Protein	0.213	0.075	0.294	0.060	0.068	0.290
Carotenoids	0.008	0.332	0.509	0.060	0.081	0.010
Carbohydrates	0.024	0.384	0.031	0.535	0.024	0.002
Total sugars	0.285	0.010	0.088	0.010	0.525	0.083
Lipids	0.281	0.062	0.031	0.010	-0.002	0.615

**Source:** Own (2022)

In Figure 3 shows the projection of the different algae replicates (cases) on the axis formed by factors one and two from the principal components analysis. It becomes clear that *Palmaria palmata* is isolated to the right hand side of the graph, once, as found by the Kruskal-Wallis analysis, it has lower contents of lipids, protein, and total sugars. In the other hand the factor discriminating *Ulva rigida* is the second factor, mainly commanded by the lower content in ashes. *Ulva rigida* is also discriminated from the other algae by its lower content in carotenoids.

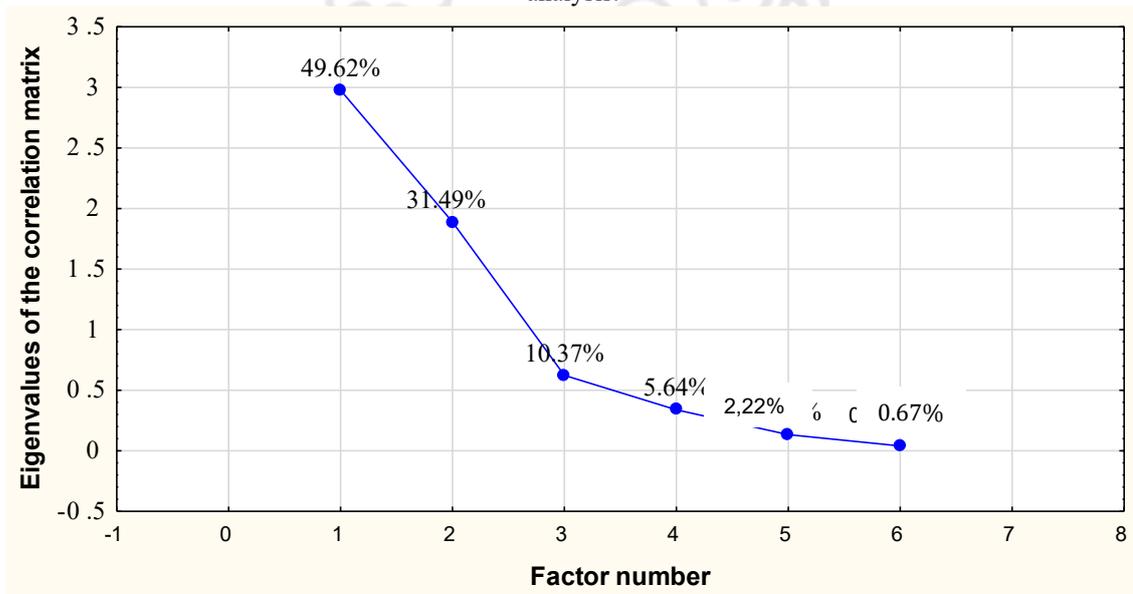
Figure 4 represents the tree formed after the cluster analysis putting in evidence the differences between the algae being studied, as they are clustered together creating homogeneous groups differentiating them.

**Figure 01:** Biplot of variables on the axis formed by factors one and two of the principal components analysis. Based on the correlations between variables.



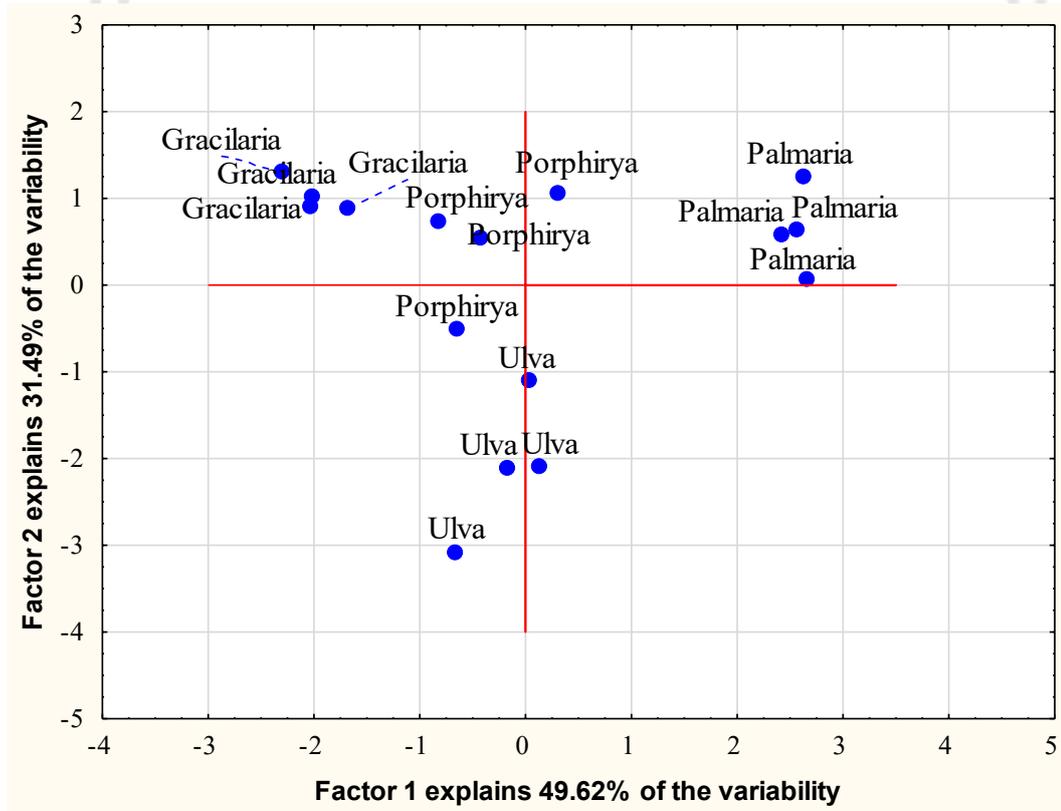
Source: Own (2022)

**Figure 2:** Scree plot displaying the variation captured by each of the factors in the principal components analysis.



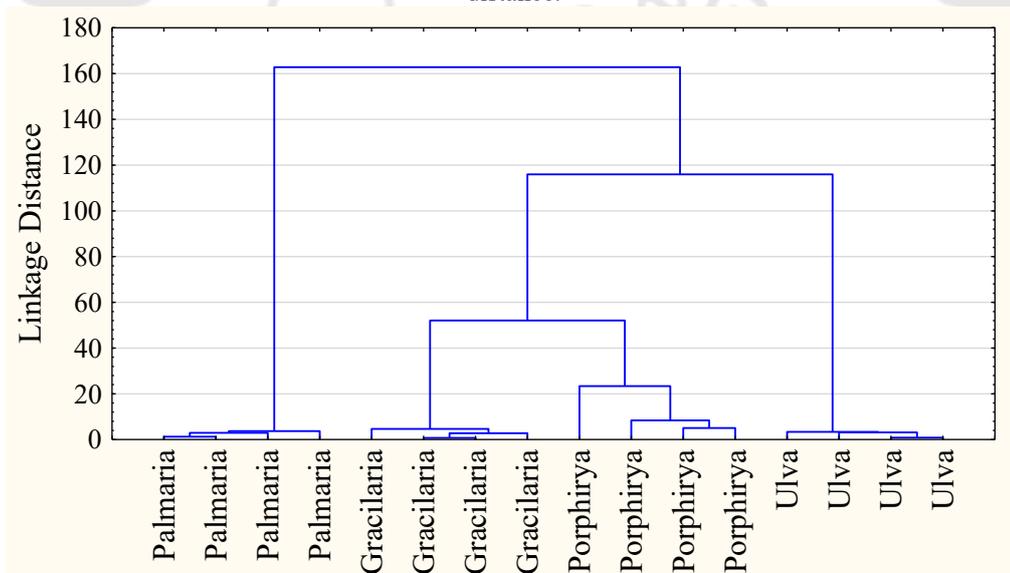
Source: Own (2022)

Figure 03: Projection of the algae cases in the factor plan



Source: Own (2022)

Figure 04: Cluster tree executed on the algae cases using the Ward's method and the Manhattan linkage distance.



Source: Own (2022)

Algae are organisms capable of synthesise a wide range of carotenoids through a diversity of carotenogenesis pathways, which can be used as taxonomic markers (Liaaen-

Jensen, 1998). Carotenoids such as  $\alpha$ -carotene, and zeaxanthin, are found in the macrophytic red algae, while in green, violaxanthin, and 9'-cis neoxanthin can be found. Lutein and  $\beta$ -carotene are found in both red and green algae (Takaichi, 2011). While red algae are mainly marine, the green algae occur mainly in fresh water. Authors such as Nunes et al. (2017) have reported contents for carotenoids in macroalgae ranging between the limit of detection and 2978 ppm. These authors reported 204.1 ppm for *Ulva rigida*, which are well above the values found in this study.

The content in ashes is reported to vary in macroalgae between 5.8 and 46.2% of the DM (Gamero-Vega et al., 2020). Cofrades et al. (2010) report values of 10% for *Porphyra umbilicalis*, well below the values of this study, while Rodrigues et al. (2015) reported 20.5% for *Gracilaria gracilis* slightly below those found in this study. For *Ulva rigida* authors have found values varying between 25.7 and 37.8%, tallying the results of our study (24.72%). Echave et al. (2021) found contents in ashes (24%) for *Palmaria palmata* lower than those found in this study (39.4%). In this study the ashes' content of *Ulva rigida* shown the lower values (24.7%).

Red algae are known by their higher protein content, especially with the genus *Porphyra* (Gamero-Vega, 2020). Accordingly to Fleurence (1999), the high content in protein of the red algae (up to 47%), is as high as animal products such as eggs, milk, or meat. Other authors report different protein contents regarding the studied algae: For *Gracilaria gracilis* values vary from 22.5% (Rodrigues et al., 2015) to 40-45% (Francavilla, 2013); Cofrades et al. (2010) reported protein contents for *Porphyra umbilicalis* around 40%; Echave et al. (2021) 21% for *Palmaria palmata*; and Nunes et al. (2017) 7.16% for *Ulva* sp. These values agree with those obtained in this study, being the exception, the low values found in *Palmaria palmata* tallying those of Machado et al. (2020).

Nunes et al. (2017) identifies a positive correlation between the contents in protein and lipids of algae, which agrees with the results obtained in this study. The lipidic content reported by other authors for the algae used in this study are similar. Rodrigues et al. reported 2.2% for *Gracilaria gracilis*, and Paiva et al. (2017) 1.02 for *Ulva rigida*. In relation to *Porphyra umbilicalis*, the values are in agreement with those reported in other literature (e.g. Paiva et al., 2014). The lower content in lipids in this study is shown by *Palmaria palmata*, tallying the results of other authors (e.g. Paiva et al., 2014).

In carbohydrates no differences were found between the species studied. Their values agree with those reported by authors such as Murugaiyan (2020) founding contents of 32% for *Ulva* sp., and 28% for *Gracilaria* sp. Some authors (e.g. Taboada et al., 2010) report higher values

of carbohydrates for *Ulva rigida* (42%).

For total sugars, *Ulva rigida* shows values like those reported in the literature, such as by Hardouin et al. (2016) reporting 24 % for *Ulva* sp. Some authors (e.g. Rosemary et al., 2019) relate the carbohydrates content of algae with their metabolism, deducting a correlation with their growth. *Palmaria palmata* shows the lower content in sugars within the species of this study, and its content in carbohydrates shown also to be lower than values (71%) reported by authors such as Parjikolaei et al. (2016). *Gracilaria gracilis* however shown a carbohydrate content (26%) similar to those found by Francavilla (2013), but lower than those reported by Rodrigues (2015) (24 and 46.6%, respectively). Overall, the chemical content of the macroalgae present a wide variation between and across the different species that depend on many factors such as harvesting season, geography, and growing conditions (Afonso et al., 2021).

## CONCLUSIONS

This study confirms the wide variability of the chemical content of macroalgae within the same species and across different species. Although the studied species having been grown in the same geography, growing conditions, and having also been harvested in the same season, variations exist among species.

## ACKNOWLEDGEMENTS

To the Foundation for Science and Technology (FCT, Portugal) for financial support to the CISAS UIDB/05937/2020 and UIDP/05937/2020, including the postdoc grant of the first author and the contract of the second author.

## REFERENCES

AFONSO C., CORREIA A.P., FREITAS M.V, BAPTISTA T., NEVES M., MOUGA T., CASTELLARI M., BOUKID F., Seasonal Changes in the Nutritional Composition of *Agarophyton vermiculophyllum* (*Rhodophyta*, *Gracilariales*) from the Center of Portugal. **Foods**, v. 10. p. 1145, 2021.

AOAC International, 2007, **Official methods of analysis**, AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

AOAC 920.115G, 1995, **AOAC Official Method Sweetened condensed milk: G-Protein**. Official Methods of Analysis of AOAC International, 2, 48.

AOAC International, 2000, **Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemistry**, 17<sup>a</sup> ed., AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

BATISTA A.P., GOUVEIA L., BANDARRA N.M., FRANCO J.M., RAYMUNDO A.,

Comparison of microalgal biomass profiles as novel functional ingredient for food products, **Algal Research**, v. 2. p. 164-173, 2013.

CHANDRA R., IQBAL H.M.N., VISHAL G., LEE H.S., NAGRA S., Algal biorefinery: A sustainable approach to valorize algal-based biomass towards multiple product recovery. **Bioresource Technology**, v. 278. p. 346–359, 2019.

COFRADES S., LÓPEZ-LÓPEZ I., BRAVO L., RUIZ-CAPILLAS C., BASTIDA S., LARREA M.T., JIMÉNEZ-COLMENERO F., Nutritional and antioxidant properties of different brown and red Spanish edible seaweeds. **Food Science and Technology International**, v. 16. p. 361-370, 2010.

CUELLAR-BERMUDEZ S. P., AGUILAR-HERNANDEZ I., CARDENAS-CHAVEZ D. L., ORNELAS-SOTO N., ROMERO-OGWA M. A., PARRA-SALDIVAR R., Extraction and purification of high-value metabolites from microalgae: essential lipids, astaxanthin and phycobiliproteins. **Microbial Biotechnology**, v. 8. p. 190–209, 2015.

ECHAVE J., LOURENÇO-LOPES C., CARREIRA-CASAS A., CHAMORRO F., FRAGA-CORRAL M., OTERO P., PASCUAL G.P., BAAMONDE S., FERNANDEZ-SAA F., CAO H., XIAO, J., PRIETO, M.A., SIMAL-GANDARA J., Nutritional composition of the Atlantic seaweeds *Ulva rigida*, *Codium tomentosum*, *Palmaria palmata* and *Porphyra purpurea*. *Chemistry Proceedings*, v. 5. p. 67, 2021.

FAO 2012, **Food Energy – methods of analysis and conversion factors**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2012.

FLEURENCE, J., Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. **Trends in Food Science & Technology**, v. 10. p. 25–28, 1999.

FRANCAVILLA M., FRANCHI M., MONTELEONE M., CAROPPO C., 2013, The Red Seaweed *Gracilaria gracilis* as a Multi Products Source, **Marine Drugs**, v. 11. p. 3754–3776.

GAMERO-VEGA G., PALACIOS-PALACIOS M., QUITRAL, Composition and Bioactive Compounds of Red Seaweed: A Mini-Review, **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 8. p. 431-440, 2020.

HARDOUIN K., BEDOUX G., BURLLOT A.S., DONNAY-MORENO C., BERGÉ J.P., NYVALL-COLLÉN P., BOURGOUGNON N., Enzyme-assisted extraction (EAE) for the production of antiviral and antioxidant extracts from the green seaweed *Ulva armoricana* (*Ulvales*, *Ulvophyceae*). **Algal Research**, v. 16. p. 233–239, 2016.

Hosseinkhani N., McCauley J. I., Ralph P. J., Key challenges for the commercial expansion of ingredients from algae into human food products, **Algal Research**, v. 10. p. ,2022.

IPQ, **Norma Portuguesa 1419: frutos, produtos hortícolas e seus derivados**; determinação dos açúcares totais, dos açúcares redutores e dos açúcares não redutores (sacarose); a técnica de Munson e Walker, processo de referência. Instituto Português da Qualidade, Lisbon, Portugal, 1984.

JAMES, C.S., **Analytical Chemistry of Foods**, Springer-Science+Business Media B.V., Glasgow, UK, 1995.

JÖHNSSON M., ALLAHGHOLI L., SARDARI R.R.R., HREGGVIOSSON G.O., KARLSSON E.N., Extraction and modification of macroalgal polysaccharides for current and next-generation applications. **Molecules**, v. 25, 2020.

LIAO Y.C., CHANG C.C., NAGARAJAN D., CHEN C.Y., CHANG, J.S., Algae-derived hydrocolloids in foods: applications and health-related issues. *Bioengineered*, 12(1), 3787–3801, 2021.

LIAAEN-JENSEN S., **Carotenoids in chemosystematics**. In: Britton G., Liaaen-Jensen S., Pfander H. (Eds.) *Carotenoids: Biosynthesis and Metabolism*. Vol. 3. Birkhäuser; Basel, Switzerland, 1998.

MACHADO M., MACHADO S., PIMENTEL F., FREITAS V., ALVES R., OLIVEIRA M., Amino acid profile and protein quality assessment of macroalgae produced in a multi-trophic aquaculture system. **Foods**, v. 9. p. 1382, 2020.

MATOS G.S., PEREIRA S.G., GENISHEVA Z.A., GOMES A.M., TEIXEIRA J.A., ROCHA C., Advances in extraction methods to recover added-value compounds from seaweeds: Sustainability and functionality. **Foods**, v. 10, 2021.

MMURUGAIYAN, K., Seasonal studies on the carbohydrate content of some marine macroalgae in Gulf of Mannar coastal region, India, **Tropical Plant Research**, v. 7. p. 684–688, 2020.

NREL, National Renewable Energy Laboratory, **Determination of Total Solids and Ash in Algal Biomass**. NREL / TP5100-60956, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA, 2015.

NUNES N., FERRAZ S., VALENTE S., BARRETO, M., PINHEIRO CARVALHO M., Biochemical composition, nutritional value, and antioxidant properties of seaweeds from Madeira. **Journal of Applied Phycology**, v. 29. p. 2427–2437, 2017.

PAIVA L., LIMA E., NETO A.I., MARCONE M., BAPTISTA J., Nutritional and Functional Bioactivity Value of Selected Azorean Macroalgae: *Ulva compressa*, *Ulva rigida*, *Gelidium microdon*, and *Pterocladia capillacea*. **Journal of Food Science**, v. 82. p. 1757-1764, 2017.

PAIVA L., LIMA E., PATARRA R.F., NETO A.I., BAPTISTA J., Edible Azorean macroalgae as source of rich nutrients with impact on human health. **Food Chemistry**, 164, 128–135, 2014.

PARJIKOLAEI R., PARJIKOLAEI B.R., BRUHN A., EYBYE L.K., LARSEN M.M., RASMUSSEN M.B., CHRISTENSEN K.V., FRETTE X.C., Valuable Biomolecules from Nine North Atlantic Red Macroalgae: Amino Acids, Fatty Acids, Carotenoids, Minerals and Metals. **Natural Resources**, v. 7. p. 157–183, 2016.

RODRIGUES D., FREITAS A.C., PEREIRA L., ROCHA-SANTOS T.A.P., VASCONCELOS M.W., RORIZ M., RODRIGUEZ-ALCALÁ L.M., GOMES A.M.P., DUARTE A.C., Chemical composition of red, brown and green macroalgae from Buarcos bay in Central West Coast of Portugal, **Food Chemistry**, 183, 197–207, 2015.

RODRIGUEZ-AMAYA D.B., **A guide to carotenoid analysis in foods**. ILSI Press, Washington, WA, USA, 2001.

ROSEMARY T., ARULKUMAR A., PARAMASIVAM S., MONDRAGON-PORTOCARRERO

A., MIRANDA J.M., Biochemical, micronutrient and physicochemical properties of dried red seaweeds *G. edulis* & *G. corticata*. **Molecules**, v. 24, 2019.

ŚCIESKA S., KLEWICKA E., Algae in food: a general review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 59:21, 3538-3547, 2019.

TABOADA C., MILLÁN R., MÍGUEZ I., Composition, nutritional aspects and effect on serum parameters of marine algae *Ulva rigida*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90. p. 445–449, 2010.

TAKAICHI S., Carotenoids in algae: distributions, biosyntheses and functions. **Marine Drugs**. v. 9. p. 1101-1118, 2011.

VAN WYCHEN S., LAURENS L.M.L., **Determination of Total Solids and Ash in Algal Biomass**. NREL/TP-5100-60956. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA, 2015.

WHITE W.L., WILSON P., Seaweed Sustainability: Food and Non-Food Applications, In: TIWARI B.K., TROY D.C. (Eds.) **World seaweed utilization**, Academic Press, Cambridge, MA, USA, 2015.

## EFICIÊNCIA DO MÉTODO DE CENTRIFUGAÇÃO ASSOCIADO À SECAGEM EM ESTUFA NA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA DE DIFERENTES CORTES CÁRNEOS

Daniel Rodrigues Dutra<sup>1</sup>; Erick Alonso Villegas Cayllahua<sup>2</sup>; Giovanna Garcia Baptista<sup>3</sup>; Lucas Emmanuel Ferreira<sup>4</sup>; Hirasilva Borba<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.201>

### RESUMO

A capacidade de retenção de água (CRA) é um dos parâmetros tecnológicos mais importante da carne, uma vez que pode influenciar a aparência do produto, seu processamento e a sensação de suculência durante a mastigação. Portanto, é de extrema importância a condução de estudos que desenvolvam e validem metodologias simples e eficientes para analisar a CRA de diferentes cortes cárneos na indústria. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência do uso do método de centrifugação associado à secagem em estufa na determinação da CRA do contrafilé bovino, lombo suíno e peito de frango. Os cortes foram coletados em frigorífico comercial e analisados no Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 20 repetições/corte. Amostras de 1g foram embaladas em papel filtro e submetidas à centrifugação a 1500 rpm durante 4 minutos. Posteriormente, metade das amostras foram levadas à estufa a 70°C por 12h (tratamento controle) e a outra metade por 6h (tratamento alternativo). A CRA foi calculada pela diferença entre o peso inicial e o peso final, dividido pelo peso inicial e multiplicado por 100. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do SAS e as diferenças entre as médias foram testadas por teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Verificou-se que não houve diferença significativa entre os resultados de CRA obtidos pelo método de centrifugação associado aos diferentes tempos de secagem em estufa para quaisquer dos tipos de carne avaliados, com média de 35,1%, 31,2% e 29,1% para os cortes bovino, suíno e de frango, respectivamente; demonstrando a otimização do tempo, de 12h para 6h, na realização das análises. Entretanto, os resultados encontrados estão muito aquém daqueles reportados na literatura, quando empregado o método de pressão tradicionalmente usado para esta análise, o que demonstra necessidade de futuras adequações à metodologia aplicada no presente ensaio. Estas diferenças podem estar associadas à combinação dos efeitos da centrifugação e da secagem em estufa sobre a CRA, uma vez que tais processos podem levar a uma maior retração do tecido muscular, desnaturação das proteínas miofibrilares e consequente elevação na perda de água. Conclui-se, portanto, que o método de avaliação da CRA por centrifugação associada à secagem em estufa não demonstrou eficiência necessária para que seja empregado com sucesso na indústria.

**Palavras-Chave:** análise de alimentos, ciência da carne, indústria da carne, produtos de origem animal, tecnologia dos alimentos.

<sup>1</sup> Graduação em Medicina Veterinária, UNIPAC, JF, [danielrdutra@hotmail.com](mailto:danielrdutra@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doutorado em Zootecnia, FCAV/UNESP, [evillegasc22@gmail.com](mailto:evillegasc22@gmail.com)

<sup>3</sup> Graduação em Zootecnia, FCAV/UNESP [giovanna.garcia@unesp.br](mailto:giovanna.garcia@unesp.br)

<sup>4</sup> Graduação em Zootecnia, FCAV/UNESP, [l.ferreira@unesp.br](mailto:l.ferreira@unesp.br)

<sup>5</sup> Prof. Adjunto, FCAV/UNESP, [hirasilva.borba@unesp.br](mailto:hirasilva.borba@unesp.br)



**EIXO**

**BIOTECNOLOGIA NA  
PRODUÇÃO DE  
ALIMENTOS**

## POTENCIAL USO DO RESÍDUO DA EXTRAÇÃO DE ANTOCIANINAS DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*) COMO INGREDIENTE ALIMENTAR

Max Suel Alves dos Santos<sup>1</sup>; Antonio Alef Pereira de Oliveira<sup>2</sup>; Michela de Lima bezerra<sup>3</sup>; Layane Rosa da Silva<sup>4</sup>; Camila Sampoio Mangolim<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.203-216>

### RESUMO

O processamento de vegetais em geral gera uma grande quantidade de resíduos que causam diversos problemas ao meio ambiente quando não são tratados de forma correta. Além disso, esses dejetos resultantes da manipulação dessas matérias-primas podem ser importantes fontes de nutrientes e compostos bioativos, possibilitando sua utilização como ingredientes alimentares. Portanto, o objetivo desse trabalho foi o de caracterizar os resíduos da extração de antocianinas de jambolão quanto a sua composição centesimal, propriedades físico-químicas e atividade antioxidante para verificar seu potencial uso como ingrediente alimentar. Inicialmente, foi feita a produção de um extrato rico em antocianinas, em que, o resíduo gerado foi armazenado. Em seguida, foi feita a quantificação do teor de umidade, proteínas, lipídeos, carboidratos, antocianinas, carotenóides, compostos fenólicos e antioxidantes, além da medição do pH e a verificação da acidez e da cor do resíduo de jambolão. Os resultados obtidos para o pH (2,96), acidez titulável (0,54%), umidade (40,16%), proteínas (1,17%), lipídeos (0,38%) e carboidratos (12,7%), estão relacionados com forma de obtenção do resíduo e o modo de cultivo dos frutos. A coloração roxa do resíduo, evidenciou uma baixa concentração de carotenóides e a presença de antocianinas no mesmo, com um valor de 7,8mg/100g. O teor de compostos fenólicos e de antioxidantes encontrados no resíduo do jambolão, 31,58mg/100g e 21,1µmol de Trolox/100g respectivamente, mostra que grande parte desses componentes ficaram retidos no extrato, mas, mesmo assim é possível notar que o resíduo é uma fonte desses constituintes. Então, o resíduo de jambolão tem grande potencial para ser utilizado como ingrediente alimenta, sendo fonte de alguns nutrientes e compostos bioativos. Além de reduzir os impactos ambientais causados pela geração de resíduos agroindustriais.

**Palavras-Chave:** Atividade sequestrante, pigmentos, polifenóis, subproduto

### ABSTRACT

Vegetable processing in general generates a large amount of waste that causes several problems to the environment when not treated correctly. In addition, these waste resulting from the manipulation of these raw materials can be important sources of nutrients and bioactive compounds, and can be used as food ingredients. Therefore, the objective of this work was to characterize the residues from the extraction of anthocyanins from jambolan in terms of their proximate composition, physicochemical properties and antioxidant activity to verify their potential use as a food ingredient. Initially, an anthocyanin-rich extract was produced, in which the generated residue was stored. Then, the quantification of moisture content, proteins, lipids, carbohydrates, anthocyanins, carotenoids, phenolic compounds and antioxidants was carried out, in addition to measuring the pH and checking the acidity and color of the jambolan residue. The results obtained for pH (2.96), titratable acidity (0.54%), moisture (40.16%), proteins (1.17%), lipids (0.38%) and carbohydrates (12.7 %), are related to the way of obtaining the residue and the way of growing the fruits. The purple color of the residue showed a low concentration of carotenoids and the presence of anthocyanins in it, with a value of 7.8mg/100g. The content of phenolic compounds and antioxidants found in the jambolan residue, 31.58mg/100g and 21.1µmol of Trolox/100g respectively, shows that most of these components were retained in the extract, but even so it is possible to observe that they are a source of these constituents. So, jambolan residue has great potential to be used as a food ingredient, being a source of some nutrients and bioactive compounds. In addition to reducing the environmental impacts caused by the generation of agro-industrial waste.

**Keywords:** Sequestering activity, pigments, polyphenols, by-product

## INTRODUÇÃO

A coloração é utilizada pelos consumidores para inferir expectativas em termos de sabor, valor nutricional e segurança dos alimentos, sendo uma característica muito importante dos produtos por influenciar diretamente na preferência, seleção e desejos de consumo (COULTATE; BLACKBURN, 2018). Uma vez que a cor está fortemente associada à expectativa de qualidade, a adição de corantes aos alimentos é uma forma de atender a essas expectativas. Adicionalmente, a atual preocupação dos consumidores com alimentos e ingredientes que sejam saudáveis e ofereçam benefícios à saúde tem requerido o uso de pigmentos naturais nos alimentos em substituição aos sintéticos (MARTINS et al., 2016).

A natureza produz uma variedade abundante de cores, sendo que as frutas e os vegetais são naturalmente coloridos principalmente por quatro grupos de pigmentos: as clorofilas verdes, os carotenoides amarelo-laranja-vermelhos, as antocianinas vermelho-azul-roxas e as betaninas vermelhas (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016). Dentre estes, as antocianinas têm apresentado interesse científico e industrial tanto pelo seu potencial colorido quanto pelas suas propriedades farmacêuticas, especialmente devido ao seu caráter antioxidante (ESTUPINÃN; SCHWARTZ; GARZÓN, 2011).

Antocianinas são um grupo de pigmentos flavonoides responsáveis por grande parte das cores em flores, frutas, folhas, caules e raízes de plantas. Esses pigmentos apresentam tonalidades variadas, oscilando entre o vermelho e o azul, dependendo do pH do vegetal no qual se encontram (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008; VALDUGA et al., 2008). Várias frutas são consideradas boas fontes de pigmentos antociânicos. Entre elas podem ser citadas as uvas tintas, açaí, juçara, mirtilo, amora, jambolão, entre muitas outras.

O jambolão é uma fruta que se origina de uma árvore com o mesmo nome, jambolão (*Syzygium cumini*), que é uma espécie com origem na Indonésia, China e Antilhas. É cultivada em quase todo Brasil, em regiões de clima quente e úmido, sendo encontrada nas regiões Norte, Nordeste e nas áreas quentes da região Sudeste. As frutas têm sabor agridoce e um pouco adstringente. A casca do jambolão é fina e lustrosa, se tornando roxa quando inteiramente madura. Sua polpa também é roxa, e essa coloração é devido a presença de antocianinas. Esses compostos são encontrados na casca e na polpa da fruta madura com cerca de 731 mg/100 g de peso fresco (SANTOS, 2015).

O hábito de elaborar e consumir produtos derivados do jambolão ainda não foi incorporado em nosso país. Uma parte da produção da fruta é aproveitada por populações locais, entretanto, outra grande parte é desperdiçada na época da safra, devido a diversos fatores, como a alta produção por árvore, a curta vida útil da fruta in natura e a carência de seu aproveitamento

processado (DIAS, 2017; LAGO; GOMES; SILVA, 2006). Mesmo assim, são vários os estudos na literatura que relatam as propriedades farmacológicas benéficas de extratos de várias partes da planta, incluindo seus frutos. Como exemplo, extratos da fruta revelaram efeitos antiproliferativo e pro-apoptótico contra células de câncer de mama (FARIA; MARQUES; MERCADANTE, 2011). Essa fruta é citada por sua grande porção de bioativos além das antocianinas, especialmente compostos fenólicos e ácido ascórbico (NUNES, 2019).

Apesar do potencial bioativo do jambolão já ter sido comprovado cientificamente, quase não existem produtos derivados da fruta no comércio brasileiro e grandes quantidades da mesma são perdidas devido a alta perecibilidade e safra de curto período. Assim, recursos tecnológicos para ampliar o apelo mercadológico e o valor comercial do fruto são necessários e, como exemplo, o processamento da polpa para produção de extrato rico em antocianinas ou a elaboração de corante em pó, têm representado a principal maneira de concentrar os compostos bioativos com potencial antioxidante, antienzimático e antimicrobiano, e tem sido relatado por diversos autores (LAGO; GOMES; SILVA, 2006; NUNES, 2019; SANTOS, 2015). Vale ressaltar que o extrato ou corante por ter aplicabilidade tanto na indústria alimentícia como farmacêutica (MUSSI, 2014).

Tanto a produção da polpa da fruta quanto a extração de compostos fenólicos da matriz vegetal geram resíduos que, se não tratados corretamente, podem provocar a poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas, além de exigir investimentos para o tratamento dos mesmos (SOBRINHO, 2014). O estudo desses resíduos para o seu potencial aproveitamento como ingrediente alimentar (como por exemplo, na forma de farinhas), constitui uma proposição viável para o aproveitamento integral das frutas além de contribuir para a preservação do meio ambiente, considerando que estes subprodutos são potenciais fontes de nutrientes e ingredientes funcionais com ampla aplicabilidade tecnológica. Vale ressaltar que o aproveitamento desses resíduos vai de encontro com um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU (Organização das Nações Unidas), os quais constituem um apelo global para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que todas as pessoas possam desfrutar de paz e de prosperidade. Dentro destes objetivos, o objetivo 12 visa promover o consumo e a produção responsáveis. Um dos pontos citados nesse objetivo é reduzir cerca de metade de todos os resíduos produzidos até 2030, e uma boa maneira de reduzir esses resíduos é o reaproveitamento dos mesmos (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2021)

O Brasil é um grande produtor mundial de frutas, e a fruticultura nacional apresenta grande potencial de expansão, pois existem muitas frutas pouco exploradas economicamente, como é o caso do jambolão. O hábito de elaborar e consumir produtos derivados do jambolão

ainda não foi incorporado em nosso país, mesmo com vários estudos científicos evidenciando que a fruta apresenta elevada quantidade de compostos bioativos, em especial antocianinas, outros compostos fenólicos e vitamina C.

É crescente no mundo a comercialização de produtos elaborados a partir de frutas, pois estes alimentos estão associados à prevenção de doenças, prevenção do envelhecimento e regulação do funcionamento do organismo, o que evidencia a necessidade de sua ingestão para uma dieta saudável. Entretanto, no caso do jambolão, trata-se uma fruta perecível e sazonal, o que dificulta seu consumo in natura e impulsiona seu processamento para elaboração de novos produtos ou extração de compostos de interesse.

O processamento de frutas tanto para gerar outros produtos alimentícios como para extrair os compostos bioativos gera resíduos que podem ser potencialmente aproveitados como ingredientes alimentares, o que constitui uma proposição viável para o aproveitamento integral das frutas e contribui para a preservação do meio ambiente. Esses fatos justificam a importância do estudo da composição nutricional destes resíduos, possibilitando sua adequada aplicação industrial. Assim sendo, estes subprodutos são considerados fontes de carboidratos, lipídios, proteínas, enzimas, fibra alimentar, vitaminas e fitoquímicos bioativos com atividade antioxidante. Apresentando, portanto, amplo potencial de aplicações nos diversos seguimentos da indústria de alimentos, cosmética e farmacêutica.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### MORFOLOGIA DO JAMBOLÃO

A espécie vegetal *Syzygium cumini* (L.) Skeels, mais conhecida como jambolão é uma planta de tamanho médio a grande. De clima tropical apresenta rápido crescimento com flores e folhagens densa. Conhecida por seus usos como planta ornamental, medicinal, pelos seus frutos e madeira. Exibe uma considerável variação genética, sofrendo grande influência das condições climáticas e solo. Apresentando crescimento, tamanho de folhas, frutos e portes diferentes (LI et al., 2010).

Os frutos são do tipo baga, com grande variação no tamanho, cor, espessura e paladar da polpa. Apresentam um formato ovoide, muito parecido com olivas, tem tamanho entre 1,5 a 3,5 cm. Possuem gosto adstringente, acentuado quando verde que vai se perdendo durante o amadurecimento, combinando com o doce e a presença de sabores característicos. Inicialmente de coloração verde os frutos passam para vermelho violeta gradualmente durante a maturação até ficarem roxo preto quando completamente maduros. São comumente consumidos crus, porém, também podem ser utilizados em tortas, molhos, sucos, vinhos, vinagres, sorvetes e

geleias. A adstringência característica dos frutos é suprimida ao paladar se deixados em repouso na água salgada durante 1 hora (MORTON, 1987).

O jambolão ainda não apresenta um cultivo expressivo no Brasil, embora existam estudos que abordam o plantio de mudas em larga escala, utilizando das técnicas de estaquia. O cultivo é na maior parte voltado como planta ornamental. As plantas cultivadas no Brasil são geralmente propagadas de forma popular e por viveiros sem a utilização das técnicas de cultivo para pomares, acarretando em plantas com grande variabilidade genética, considerado um problema para o cultivo comercial (LIMA et al., 2007)

### **PROPRIEDADES QUÍMICAS E FUNCIONAIS DO JAMBOLÃO**

Estudos realizados destacam diversas descobertas quanto as suas propriedades antibacteriana, antiulcerogênica, antialérgica, antiviral, antifúngica, cardioprotetora e hepatoprotetora (SAGRAWAT, MANN e KHARYA, 2006).

Pesquisas realizadas constataram atividade antibacteriana de extratos das folhas e resíduos gerados após processamento de jambolão. A atividade foi avaliada em bactérias Gram positivas e Gram negativas, através da inoculação de placas de ágar Mueller Hinton em mais de 17 isolados bacterianos. O extrato foi obtido a partir de uma extração hidro alcoólica a 10% (m/v), mostrando uma inibição de crescimento de 100% nos testes realizados, demonstrando uma atividade antibacteriana expressiva principalmente nas folhas do jambolão (LOGUERCIO et al., 2005).

Inúmeros componentes químicos no jambolão são conhecidos, entre eles, estão as antocianinas, quercitina e mirtetina ácido eláico, isoquercetina, glicosídeos, kaempferol. Estudos relatam sobre a presença de alcaloides, jambosinas, antimelinas, flavonoides, proteínas e cálcio nas sementes, e em sua polpa apresenta uma grande quantidade de sais minerais, açúcares, flavonoides, antocianina, vitamina C e vitamina B3 (AYYANAR e BABU, 2012).

As antocianinas compreendem um conjunto de pigmentos naturais solúveis em água que estão presentes em vegetais. São substâncias responsáveis pela coloração de frutos, legumes e hortaliças, sendo encontradas em maior quantidade nas angiospermas (LOPES et al., 2007). Em estudos desenvolvidos foram encontradas altas concentrações de antocianinas na polpa de frutos de jambolão. A presença de antocianinas avaliada por meio do método da diferença de pH em extratos de polpa in natura, obteve o valor de 111,2 mg a cada 100 g (KUSKOSKI et al., 2006). Estudos demonstram que os altos teores de antocianinas presentes no jambolão têm potencial na utilização como antioxidante bem como um corante natural, podendo ser incorporado e empregado em alimentos e formulações farmacêuticas (SARI et al., 2011).

## **METODOLOGIA**

### **1.1. OBTENÇÃO DO RESÍDUO**

O resíduo foi resultado de uma extração de antocianinas para uso em um projeto de mestrado, no qual as antocianinas foram extraídas do jambolão utilizando a metodologia de Teixeira, Stringheta e Oliveira (2008). Para tanto, as frutas foram lavadas com água por imersão e, em seguida, sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio 20 ppm por 10 min. Posteriormente, foram secas e trituradas em liquidificador. Para a extração das antocianinas, foi utilizada uma razão de 1:2 da fruta triturada com uma solução etanólica (50%) em pH 2 (regulado com HCl 0,1 mol/L). A mistura foi submetida à agitação em agitador magnético por 60 min protegida da luz. Após a extração, a mistura foi filtrada e concentrada a 50% do volume inicial em rota-evaporador a 45 °C e protegida da luz, congelada e liofilizada a -50 °C durante 48 h, com posterior armazenamento em freezer. O resíduo obtido a partir da extração, ilustrado na Figura 1, foi armazenado em freezer a -18 °C para posteriores análises.

**Figura 1:** Resíduo da extração de antocianinas do jambolão



Fonte: Própria (2022).

### **1.2. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO RESÍDUO**

As determinações de umidade (105 °C), proteínas, lipídeos e cinzas foram realizadas em triplicata, segundo métodos do Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise do teor de carboidratos foi realizada pelo método fenol-sulfúrico (DUBOIS, 1956).

### **1.3. AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO RESÍDUO**

O resíduo foi avaliado quanto a cor, teor de antocianinas, pH, acidez titulável,

carotenoides totais e flavonoides. Todas as análises foram realizadas em triplicata. A análise de cor foi realizada por meio de colorímetro, com leitura por reflectância das coordenadas L\* (luminosidade), a\* (intensidade de + vermelho e - verde) e b\* (intensidade de + amarelo e - azul).

O conteúdo de antocianinas totais foi determinado pelo método pH diferencial descrito por Lee, Durst e Wrolstad (2005), no qual foram utilizados dois sistemas tampão, sendo um com cloreto de potássio a pH 1,0 e 0,025 M e o segundo contendo acetato de sódio a pH 4,5 e 0,4 M.

As análises de pH por potenciometria direta (pHmetro digital com eletrodo de vidro combinado) e acidez titulável (titulação potenciométrica com NaOH 0,1 mol/L), com os resultados expressos em porcentagem de ácido ascórbico, foram realizadas de acordo com os métodos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

A determinação de carotenoides totais foi realizada segundo o procedimento proposto por Nagata e Yamashita (1992), com leitura de absorbâncias a 663, 645, 505 e 453nm, essas absorbâncias nesses comprimentos de onda foram utilizadas para calcular os teores de clorofila A, clorofila B,  $\beta$ -caroteno e licopeno.

#### **1.4. DOSAGEM DE FENÓLICOS E TEOR DE ANTIOXIDANTES**

Para a determinação do teor de compostos fenólicos foi utilizado o método do descrito por Waterhouse (2002), utilizando o reagente Folin-Ciocalteu e o ácido gálico como padrão, os resultados obtidos foram expressos em equivalentes de ácido gálico (EAG). Antes disso, foi elaborado um extrato fenólico de acordo com a metodologia citada anteriormente, utilizando 10g do resíduo de jambolão com 8mL de metanol a 50%, que foi deixado em repouso por 60 minutos e centrifugado a 9000rpm por 20 minutos, coletando o sobrenadante em seguida. No resíduo resultante dessa centrifugação adicionou-se 8mL de acetona a 70%, seguindo o mesmo processo descrito anteriormente, em que, o sobrenadante resultante dessa segunda centrifugação foi misturado ao outro, obtendo o extrato utilizado que pode ser observado na Figura 2.

**Figura 2:** Extrato fenólico do resíduo do jambolão



Fonte: Própria (2022).

Para avaliar o teor de antioxidante dos extratos, foram utilizados os métodos do DDPH, de acordo com Nishiyama et al. (2010) e do ABTS, de acordo com Carvajal et al. (2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO RESÍDUO

Os resultados da avaliação da composição centesimal do resíduo de jambolão estão expressos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Composição centesimal do resíduo de jambolão, com os valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

Parâmetros	Valores
pH	2,96 $\pm$ 0,02
Acidez (% ácido ascórbico)	0,54 $\pm$ 0,01
Umidade (%)	40,16 $\pm$ 1,37
Proteínas (%)	1,17 $\pm$ 0,1
Lipídeos (%)	0,38 $\pm$ 0,03
Carboidratos (g/100g de resíduo)	12,7 $\pm$ 0,0

Fonte: Própria (2022).

O pH obtido para a amostra analisada foi de 2,96, representando um potencial hidrogeniônico ácido, a explicação para isso está no ajuste de pH que foi feito no extrato que deu origem ao resíduo com utilização de HCl a 0,1 mol/L, o qual foi regulado para 2. Logo, o acerto desse parâmetro no extrato de jambolão, impactou diretamente no pH do resíduo.

A acidez presente no resíduo de jambolão foi de 0,54%, valor bem inferior ao encontrado por Meneses et al. (2018) em subprodutos originários do processamento da goiaba, que foi de 3,22%. Essa diferença pode estar ligada ao tratamento dado aos resíduos após sua obtenção, enquanto o resíduo de jambolão foi apenas congelado depois sua elaboração, o resíduo provindo da goiaba foi submetido a um processo de secagem, o que pode ter resultado em uma maior concentração dos ácidos presentes nele elevando sua acidez (RIGUETO et al., 2018).

Os teores para umidade, proteínas e lipídeos foram de 40,16%, 1,17% e 0,38%, respectivamente. Valores próximos para os parâmetros de proteínas (0,8%) e lipídeos (0,21%) foram encontrados na pesquisa de Santos e Souza (2017), as quais elaboraram uma farinha a base de resíduo de jambolão. O mesmo não ocorreu para a umidade, onde elas relatam um valor de 74,8% para o seu resíduo. Segundo essas autoras, a composição centesimal de um mesmo fruto pode variar e isso vai depender da região produzida, condições climáticas, épocas de plantio e fertilização.

O teor de carboidratos presente no resíduo de jambolão foi de 12,7%, valor bem inferior ao relatado para o resíduo desidratado da goiaba no trabalho de Meneses et al. (2018), que foi de 73,73%. Mais uma vez, observa-se que o processo de secagem contribuiu para a concentração de compostos, nesse caso os carboidratos, presentes no subproduto da goiaba, visto que o resíduo do jambolão não foi submetido a nenhum tipo de processo de secagem após sua elaboração (RIGUETO et al., 2018).

Os resultados para a avaliação do teor de antocianinas, carotenóides (Clorofila A e B,  $\beta$ -caroteno e Licopeno) e cor do resíduo de jambolão, estão expressos na Tabela 2.

**Tabela 2:** Teor de antocianinas, carotenóides e avaliação da cor do resíduo. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão

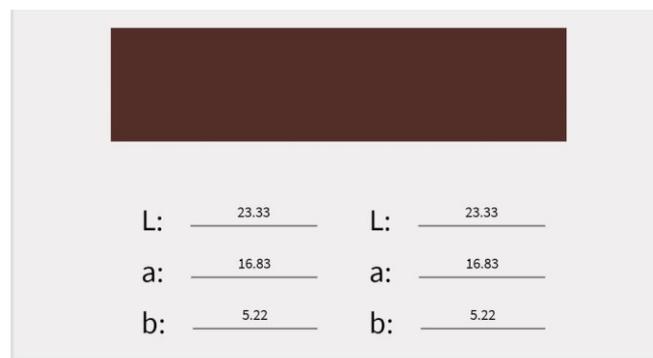
<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
<b>Antocianinas (mg/100g de resíduo)</b>	7,8 $\pm$ 0,01
<b>Clorofila A (mg/100g de resíduo)</b>	0,077 $\pm$ 0,01
<b>Clorofila B (mg/100g de resíduo)</b>	0,018 $\pm$ 0,0
<b><math>\beta</math>-caroteno (mg/100g de resíduo)</b>	0,016 $\pm$ 0,0
<b>Licopeno (mg/100g de resíduo)</b>	0,005 $\pm$ 0,0
<b>Cor</b>	
<b>L* (0= Preto; 100= Branco)</b>	23,33 $\pm$ 0,94
<b>a* (- Verde; + Vermelho)</b>	16,83 $\pm$ 0,5
<b>b* (- Azul; + Amarelo)</b>	5,22 $\pm$ 0,1

Fonte: Própria (2022).

O teor de antocianinas encontrado no resíduo da extração de antocianinas do jambolão foi de 7,8mg/100g. Normalmente, o fruto *in natura* possui valores superiores ao relatado nesse trabalho. Sabino (2019), descreveu que os seus extratos elaborados com fruto do jambolão continham 60,5mg/g de fruto, valor equivalente a 6,05g/100g de fruto. A quantidade de pigmentos antocianínicos encontrado na amostra analisada, evidencia que a maior parte desses compostos foram passados para o extrato produzido inicialmente nessa pesquisa, porém, de certo modo, pode-se considerar o resíduo gerado a partir da extração como uma fonte de antocianinas.

Os valores encontrados para os carotenóides foram muito baixos, com teores de 0,077, 0,018, 0,016 e 0,005mg/100g de resíduo. Isso pode estar diretamente ligado à coloração do resíduo. Avaliando os valores obtidos para as coordenadas L\* (23,33), a\* (16,83) e b\* (5,22), observa-se que o resíduo do jambolão apresentou uma tonalidade escura com coloração próxima ao roxo-amarronzado, como ilustrado na Figura 3. Sabe-se que os carotenóides são compostos com coloração variante entre o vermelho, e a clorofila é um composto fotossintético de cor verde, o que explica a baixa concentração desses componentes no resíduo analisado (BEMFEITO et al., 2020; SILVA et al, 2020).

**Figura 3:** Coloração do resíduo de jambolão.



**Fonte:** Própria (2022).

## DOSAGEM DE FENÓLICOS E TEOR DE ANTIOXIDANTES

O teor de compostos fenólicos encontrado no resíduo de jambolão foi de 31,58mg/100g de resíduo  $\pm$  2,17. Santos e Souza (2017), relataram em seus estudos que o teor de polifenóis totais em polpa de jambolão pode chegar a 229,6mg/100g de polpa, mas que esse valor pode reduzir quando esse material é submetido a algum processamento. Logo, é perceptível que grande parte dos compostos fenólicos presentes no jambolão foram passados para o extrato desenvolvido inicialmente, porém, é notável que o resíduo de jambolão é uma fonte desses

componentes, possuindo valores semelhantes às polpas de cupuaçu com 20,5mg/100g e a polpa de umbu com 52,72mg/100g, de acordo com o que foi descrito pelas autoras citadas anteriormente.

A concentração de antioxidantes obtida no resíduo de jambolão foi de 21,1µmol de Trtolox/100g de resíduo. Veber et al. (2015), encontrou um valor de 32,92 1µmol de Trtolox/100g em extratos elaborados com resíduos de sementes e folhas do jambolão. Para esses autores, o teor desses compostos vai variar de acordo com a parte do vegetal utilizada para a elaboração dos extratos e o método utilizado para obtenção dos extratos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resíduo da extração de antocianinas do jambolão possui um bom potencial para ser utilizado como um ingrediente alimentar. O mesmo é uma fonte de compostos fenólicos e antioxidantes, que são essenciais à dieta humana. Além disso, a quantidade de carboidratos presente nessa amostra pode evidenciar bons teores de fibras que são de grande importância para o processo digestivo.

Ademais, a utilização do resíduo do jambolão como um potencial ingrediente alimentar contribui para a redução dos impactos ambientais gerados pela produção de resíduos agroindustriais, promovendo, também, a conscientização das indústrias acerca do reaproveitamento desses materiais como potenciais subprodutos.

## REFERÊNCIAS

ARBOS, K. A.; STEVANI, P. C.; CASTANHA, R. F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga, **Revista Ceres**, v. 60, p. 161-165, 2013.

AYYANAR, M.; BABU,. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. US National Library of Medicine, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3609276/> . Acesso em: 4 Julho 2022.

BEMFEITO, C. M; RIBEIRO, A. P. L; PEREIRA, R. C; ANGELIS-PEREIRA, R. C. Carotenoides em alimentos:fatores interferentes na biossíntese e estabilidade frente ao processamento. **Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos**, v. 1, p. 445-465, 2020.

BRITO, I. P.; CAMPOS, J. M.; SOUZA, T. F. L.; WAKIYAMA, C.; AZEREDO, G. A. **Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira**. B. CEPPA, v. 22, p. 35-50, 2004.

CARVAJAL, A. E. S. S.; KOEHNLEIN, E. A.; SOARES, A. A.; ELER, G. J.; NAKASHIMA, A. T. A.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Bioactives of fruiting bodies and

submerged culture mycelia of *Agaricus brasiliensis* (A. blazei) and their antioxidant properties. *LWT - Food Science and Technology*, v. 46, p. 493-499, 2012.

CAZARIN, C. B. B.; SILVA, J. K.; COLOMEU, T. C.; ZOLLNER, R. L.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, v. 44, p. 1699-1704, 2014.

COULTATE, T.; BLACKBURN, R. S. **Food colorants: their past, present and future.** *Coloration Technology*, v. 0, p. 1-21, 2018.

DIAS, B. F. **Utilização do jambolão (*Syzygium cumini*) e da palha de milho roxo (*Zea mayz* L.) no desenvolvimento de novos produtos.** 2017, 204f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, GO.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. **Colorimetric method for determination of sugars and related substances.** *Analytical Chemistry*, v. 28, p. 350-356, 1956.

ESTUPIÑAN, D. C.; SCHWARTZ, S. J.; GARZÓN, G. A. Antioxidant activity, total phenolics content, anthocyanin, and color stability of isotonic model beverages colored with andes berry (*Rubus glaucus* benth) anthocyanin powder. *Journal of Food Science*, v. 76, p. 26-34, 2011.

FARIA, A. F.; MARQUES, M. C.; MERCADANTE, A. Z. Identification of bioactive compounds from jambolão (*Syzygium cumini*) and antioxidant capacity evaluation in different pH conditions. *Food Chemistry*, v.126, p. 1571-1578, 2011.

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

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition of hydroponic leafy vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 51, p. 2603-2607, 2003.

KUSKOSKI, E. M. et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural*, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/hmBRx5NbvGcpVbryVDhMBDL/?lang=pt> . Acesso em: 03 Julho 2022.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. **Produção de geleia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, p. 847-852, 2006.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, v. 88, p. 1269-1278, 2005.

LI, L. et al. *Eugenia jambolana* Lam. Berry Extract Inhibits Growth and Induces Apoptosis of Human Breast Cancer but not Non-Tumorigenic Breast Cells. US National Library of Medicine, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2680249/>. Acesso em: 05 Julho 2022.

LIMA, Y. D. O. U. et al. Tipos De Estacas E Substratos No Enraizamento De Jambolão. *Scientia Agraria*, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/9896/8070>. Acesso em: 05 Julho 2022.

LOGUERCIO, A. P. et al. Atividade antibacteriana de extrato hidro-alcoólico de folhas de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skells). *Ciência Rural*, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/sKszMDhNzGvVJfZ7g9jzD7m/?lang=pt> . Acesso em: 4 Julho 2022.

LOPES, T. et al. Uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Current Agricultural Science and Technology (CAST)*, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1375/1359>. Acesso em: 03 Julho 2022.

MARTINS, N.; RORIZ, C. L.; MORALES, P; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R. Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agro-industrial to ensure consumer expectations and regulatory practices. **Trends in Food Science & Technology**, v. 52, p. 1-15, 2016.

MENESES, V. P; SILVA, J. R. A; FERREIRA-NETO, J; ROLIM, H. O; ARAÚJO, A. L. M; LIMA, P. S. E. Subprodutos de frutas tropicais desidratados por secagem convectiva. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 13, n. 4, p. 472-482, 10 set. 2018.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Ed. UFV, 2018. 362p.

MORTON, J. Fruits of warm climates: Jambolan. Hortpordue, 1987. Disponível em: <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/jambolan.html>. Acesso em: 05 Julho 2022.

MUSSI, L. P. **Secagem do resíduo de jambolão em leito de jorro**. 2014. 85f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 13 mai. 2021.

NISHIYAMA, M. F.; COSTA, M. A. F.; COSTA, A. M.; SOUZA, C. G. M.; BÔER, C. G.; BRACHT, C. K.; PERALTA, R. M. Chá verde brasileiro (*Camellia sinensis* var *assamica*): efeitos do tempo de infusão, acondicionamento da erva e forma de preparo sobre a eficiência de extração dos bioativos e sobre a estabilidade da bebida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 191-196, 2010.

NUNES, J. S. **Extração de antocianinas do jambolão (*Syzygium cumini*)**. 2019. 130f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, PB.

RIGUETO, C. V. T; EVARISTO, L. M; GERALDI, C. A. Q; COVRE, L.. Influência da temperatura de secagem de uvaia (*Eugenia pyriformis*) em camada de espuma. **Engvista**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 537-547, out. 2018.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Natural food pigments and colorants. *Current Opinion in Food Science*, v. 7, p. 20-26, 2016.

SABINO, L. B. S. **Antocianinas presentes nos frutos do jambolão (*Syzygium cumini* L.): estudo da extração e aplicação em sistemas de liberação controlada**. 2019. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SAGRAWAT, H.; MANN, S.; KHARYA, M. D. Pharmacological potential of *Eugenia jambolana*: A review. *Pharmacognosy Magazine*, 2006. Disponível em: <https://www.phcog.com/article.asp?issn=09731296;year=2006;volume=2;issue=6;spage=96;epage=105;aulast=Sagrawat;type=0> . Acesso em: 04 Julho 2022.

SANTOS, W. O. **Extração de compostos bioativos da polpa de jambolão (*Syzygium cumini* Lamark) com CO<sub>2</sub> supercrítico**. 2015. 68f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, PA.

SARI, P. et al. Colour properties, stability, and free radical scavenging activity of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit anthocyanins in a beverage model system: Natural and copigmented anthocyanins. *Food Chemistry*, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814611017808?via%3Dihub> . Acesso em: 03 Julho 2022.

SILVA, S. S.; SOUZA, S. M. A. **Aproveitamento da casca e polpa de jambolão (*Syzygium cumini* lamareck) para produção de farinha com potencial antioxidante para uso em barra de mel contendo derivados de mandioca e cereal**. 2018. Disponível em: <http://periodicos.uefs.br/index.php/semic/article/download/2454/1729>. Acesso em: 3 jul. 2022.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SOBRINHO, I. S. B. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas**. 2014. 166f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, BA.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. *Revista Ceres*, v. 55, p. 297-304, 2008.

VALDUGA, E.; LIMA L.; DO PRADO, R.; PADILHA, F. F.; TREICHEL, H. Extração, secagem por atomização e microencapsulamento de antocianinas do bagaço da uva isabel (*Vitis lambrusca*). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, p. 1568-1574, 2008.

WATERHOUSE, A. Folin-clocalteau micro method for total phenol in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, p. 3-5, 2006.

WOISKY, R.G.; SALATINO, A. Analysis os propolis: some parameters and prodecore for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, v. 37, p. 99-105, 1998.

## EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS (ANTOCIANINAS) DE FRUTOS DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*)

Antonio Alef Pereira de Oliveira<sup>1</sup>; Max Suel Alves dos Santos<sup>2</sup>; Michela de Lima bezerra<sup>3</sup>; Layane Rosa da Silva<sup>4</sup>; Camila Sampoio Mangolim<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.217-234>

### RESUMO

O jambolão é um fruto rico em compostos bioativos, especificamente as antocianinas, pouco explorado comercialmente, mas bastante conhecido no meio acadêmico devido apresentarem antocianinas que são pigmentos naturais pertencentes ao grupo dos flavonoides, que apresentam diversas propriedades biológicas, como atividade antimicrobiana e antioxidante. Pesquisas já desenvolvidas com antocianinas presentes em frutos de jambolão indicam que são compostos promissores para a substituição de corantes sintéticos na elaboração de embalagens inteligentes para alimentos, sem contar no seu alto potencial antioxidante. Uma alternativa para explorar esse fruto é realizar o processamento da polpa para então obter um extrato com potencialidade de antocianinas presente. O objetivo foi realizar a extração de compostos bioativos desse fruto não convencional, conhecido popularmente como jambolão, e com esse extrato obtido realizar sua aplicação em determinado alimento e verificar seu potencial antimicrobiano e antioxidante. O extrato de jambolão foi obtido utilizando-se polpa congelada da qual foi processada com uma solução etanólica de razão 1:1. Se faz necessário padronizar o pH para evitar perdas de propriedades bioativas durante a extração, sendo assim, uma solução de ácido clorídrico de concentração 0,01 mol/L foi feita e adicionado na solução etanólica até padronizar o pH em 2. Após a extração, foi feita a determinação do potencial de teor de antocininas de três amostras identificados como (T1, T2, T3) de um produto de derivado lácteo, adicionados de 10 g (T1), 15 g (T2) e 20 g (T2) do extrato obtido, utilizando um tampão pH 1 (cloreto de potássio 0,025 mol/L) e um tampão pH 4,5 (acetato de sódio 0,4 mol/L). Os resultados demonstraram uma coloração entre vermelho opaco e vermelho, evidenciando assim a presença de antocininas. Em pesquisas feitas, pesquisadores relatam que os principais metabólitos secundários encontrados nesses frutos são as antocianinas, compostos responsáveis pela intensa coloração vermelha. Para avaliar seu potencial antimicrobiano e antioxidante, foram pesadas 1 mL de cada amostra e realizada suas características microbiológicas para coliformes termotolerantes, contagem de estafilococos coagulase-positivo e presença de *Salmonella* spp. Com os resultados obtidos, pode-se observar que não houve evidências de coliformes termotolerantes, do qual não apresentou formação de gás nos tubos de Durhan invertidos, após a incubação em estufa a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  por 48 horas. Foi verificada também a ausência de estafilococos coagulase-positivo e *Salmonella* spp nas amostras analisadas. Pode-se justificar essas ausências devido as propriedades antimicrobiana e antioxidante do extrato de antocininas obtido. Apesar de haver muitos estudos para diferentes métodos de extração, o que deve ser levado em conta é o tipo de solução eficiente, que não degrade as propriedades bioativas, o tempo, temperatura e armazenamento, todos esses fatores influenciam na extração. Portanto, o extrato de jambolão por solução etanólica e liofilizado mostrou-se uma alternativa promissora para obter um extrato com compostos bioativos, mantendo a funcionalidade das antocininas da qual servirá para aplicação em alimentos, como corante natural com propriedades antioxidantes.

**Palavras-Chave:** Antocianinas; armazenamento; compostos bioativos; extração; método a frio

### ABSTRACT

The jambolan is a fruit rich in bioactive compounds, specifically anthocyanins, little explored commercially, but well known in academia because they present anthocyanins that are natural pigments belonging to the flavonoid group, which have several biological properties, such as antimicrobial and antioxidant activity. Researches already developed with anthocyanins present in jambolan fruits indicate that they are promising compounds to replace synthetic dyes in the development of smart packaging for food, not to mention their high antioxidant potential. An alternative to explore this fruit is to perform the pulp processing to then obtain an extract with potential anthocyanins present. The objective was to carry through the extraction of bioactive compounds of this not conventional fruit, popularly known as jambolão, and with this obtained extract to carry through its application in determined food and to verify

its antimicrobial and antioxidant potential. The extract of jambolão was obtained using frozen pulp of which was processed with an ethanol solution of ratio 1:1. It is necessary to standardize the pH to avoid loss of bioactive properties during extraction, so a hydrochloric acid solution of 0.01 mol/L concentration was made and added in the ethanol solution until the pH was standardized at 2. After the extraction, the determination of the potential anthocinins content of three samples identified as (T1, T2, T3) of a dairy derivative product was made, adding 10 g (T1), 15 g (T2) and 20 g (T2) of the obtained extract, using a buffer pH 1 (potassium chloride 0.025 mol/L) and a buffer pH 4.5 (sodium acetate 0.4 mol/L). The results showed a coloration between opaque red and red, thus evidencing the presence of anthocyanins. In researches, researchers have reported that the main secondary metabolites found in these fruits are anthocyanins, compounds responsible for the intense red coloration. To evaluate its antimicrobial and antioxidant potential, 1 mL of each sample was weighed and its microbiological characteristics were analyzed for thermotolerant coliforms, coagulase-positive staphylococci count and the presence of *Salmonella* spp. With the results obtained, it was observed that there was no evidence of thermotolerant coliforms, which did not present gas formation in the inverted Durham tubes, after incubation in an incubator at  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  for 48 hours. It was also verified the absence of coagulase-positive staphylococci and *Salmonella* spp in the analyzed samples. These absences can be justified due to the antimicrobial and antioxidant properties of the anthocin extract obtained. Although there are many studies for different extraction methods, what should be taken into account is the type of efficient solution, which does not degrade the bioactive properties, the time, temperature and storage, all these factors influence the extraction. Therefore, the jambolan extract by ethanolic solution and freeze-dried showed to be a promising alternative to obtain an extract with bioactive compounds, keeping the functionality of anthocinins which will serve for application in food, as a natural dye with antioxidant properties.

**Keywords:** Anthocyanins; storage; bioactive compounds; extraction; cold method

## INTRODUÇÃO

Dentre os parâmetros utilizados pelo consumidor para julgar o aspecto sensorial e a saudabilidade dos alimentos, pode-se dizer que a cor está no topo da lista. Isto porque a cor influencia diretamente na preferência, seleção e desejos de consumo de alimentos. Entretanto, apesar de os alimentos naturais possuírem intensidade de coloração própria, as condições de estocagem, práticas de manufatura e processamento, entre outros, possuem uma grande influência na sua coloração final. Sendo assim, uma vez que a cor está fortemente associada à expectativa de qualidade, a adição de corantes aos alimentos é uma forma de atender a essas expectativas e mascarar as perdas de processo e conservação (COULTATE e BLACKBURN, 2018; MARTINS et al., 2016).

A demanda por alimentos intensamente coloridos provocou a incorporação de alguns compostos químicos orgânicos e inorgânicos nos produtos alimentícios (COULTATE e BLACKBURN, 2018). Vários corantes alimentícios sintéticos foram desenvolvidos a fim de adicionar qualidade e características sensoriais específicas aos produtos. Entretanto, com o passar do tempo, vários deles foram proibidos devido a apresentarem claros efeitos colaterais, como sinais de toxicidade a curto e longo prazo, além de outros prejuízos a saúde, incluindo efeitos carcinogênicos (AMCHOVA, KOTOLOVA e RUDA-KUCEROVA, 2015). Com isso, as expectativas dos consumidores foram amplamente afetadas, mas não mudaram, uma vez que

estes passaram a requerer a adição de pigmentos naturais nos alimentos em substituição aos sintéticos (MARTINS et al., 2016).

Existem numerosas vantagens no uso de corantes naturais sobre os sintéticos, principalmente devido às suas propriedades farmacológicas. Produtos coloridos com compostos naturais possuem melhor valor de mercado. Adicionalmente, o uso de corantes naturais na indústria alimentícia possui um potencial multidimensional, pois além da propriedade de colorir, carotenoides podem ser utilizados nos alimentos como uma fonte de vitaminas, antocianinas como agentes antioxidantes, entre outros (CHATTOPADHYAY, CHATTERJEE e SEN, 2008).

Sendo assim, o grande aumento na oferta de produtos com rótulos com a afirmação “sem corantes artificiais” nos supermercados sugere que o futuro dos corantes sintéticos é limitado. A natureza produz uma variedade abundante de cores, sendo que muitas delas têm sido extraídas para a aplicação como corantes. As frutas e os vegetais são naturalmente coloridos principalmente por quatro grupos de pigmentos: as clorofilas verdes, os carotenoides amarelo-laranja-vermelhos, as antocianinas vermelho-azul-roxas e as betaninas vermelhas (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016).

Antocianinas são um grupo de pigmentos flavonoides responsáveis por grande parte das cores em flores, frutas, folhas, caules e raízes de plantas. Esses pigmentos apresentam tonalidades variadas, oscilando entre o vermelho e o azul, dependendo do pH do vegetal no qual se encontram. Por exemplo, a cor vermelho brilhante é encontrada em frutas ácidas. As antocianinas são compostos solúveis em água que se apresentam, na maioria das vezes, glicosiladas com açúcares, os quais auxiliam na estabilização das moléculas (TEIXEIRA, STRINGHETA e OLIVEIRA, 2008; VALDUGA et al., 2008).

As antocianinas têm apresentado interesse científico e industrial não só pelo seu potencial como corante alimentício natural, mas também pelas suas propriedades farmacêuticas. Esses compostos apresentam cores brilhantes e atrativas, alta solubilidade em água, e várias propriedades funcionais reconhecidas devido seu caráter antioxidante, tais como: redução de doença cardíaca coronária, redução do risco de acidente vascular cerebral, atividade anticarcinogênica, efeitos anti-inflamatórios que melhoram a acuidade visual e o cognitivo-comportamental (ESTUPINÃN, SCHWARTZ e GARZÓN, 2011).

Estudos e pesquisas atuais na área de alimentos tem apresentado grande destaque para a inovação e criação de produtos mais saudáveis, derivados de elementos naturais e que possam ser adicionados nos processamentos visando um elevado nível de satisfação, além de contribuir

para a saúde e bem-estar do consumidor. É com base nessas necessidades que os vegetais têm destaque como boas fontes de vitaminas e minerais, além de pigmentos que quando em forma de extratos ou outros, tornam-se subprodutos também de aplicação no setor de alimentos. Desse modo o jambolão é visto como uma boa opção, principalmente por ser um fruto rico em antioxidantes do tipo antocianinas. Esses compostos são especialmente encontrados em sua casca, na fruta madura com cerca de 731 mg/100 g de peso fresco (SANTOS, 2015).

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi realizar a extração de compostos bioativos desse fruto não convencional, conhecido popularmente como jambolão, e com esse extrato obtido realizar sua aplicação em determinado alimento e verificar seu potencial antimicrobiano e antioxidante.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Jambolão (*Syzygium cumini*)

O jambolão (*Syzygium cumini*) popularmente é denominado por diversas nomenclaturas: jamelão, jamun, jambu, amora indiana, ameixa roxa, jambo roxo, azeitona preta, manjelão, baga de freira, dentre outros. Pertence à família Myrtaceae, que englobam diversas espécies de outros frutos tropicais amplamente consumidos no Brasil como a goiaba (*Psidium guajava* L.) e a pitanga (*Eugenia uniflora* L.) (ALGOSTINI, 2008), e apresenta distintas denominações científicas tais como *Myrtus cumini* Linn., *Eugenia jambolana* Lam, e *Syzygium jambolanum* (Lam.) (AYYANAR et al., 2013; RAMYA et al., 2012), dentre outras.

Possui origem na Índia, podendo ser visto também na África Oriental, América do Sul e regiões quentes dos Estados Unidos da América (RAMYA et al., 2012; AYYANA et al., 2013). No Brasil é encontrada em diversos estados das regiões Sudeste, Nordeste, Sul e Norte (MIGLIATO, 2007; BARCIA, 2009). Todavia, praticamente são inexistentes produtos derivados do jambolão no mercado brasileiro (VIZZOTO e FETTER, 2009).

Os frutos são pequenos e carnosos do tipo baga, com formato elipsoides, apresentando em média de 3 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro. Sua casca apresenta coloração roxo escuro intenso quando maduro, polpa carnosas envolvendo uma única semente (SÁ, 2008; BALIGA et al., 2011; RAMYA et al., 2012; AYYANAR, SUBASH BABU e IGNACIMUTHU, 2013). Apresenta sabor doce, levemente amargo e adstringente, mas, agradável ao paladar (VIZZOTTO e FETTER, 2009; FARIA et al., 2011; RAMYA et al., 2012). Pertencente ao grupo de frutos em que a casca ou a pele é utilizada em conjunto com polpa (LAGO et al., 2006).

Pesquisas realizadas por Veigas et al. (2007) demonstraram a existência de glucoglucosídeos da delphinidina, petunidina e malvidina. O alto teor de antocianinas apresentados no jambolão são similares ao teor detectado nos *blueberries*, que há pouco tempo foi anunciada como a primeira *commodity* nutracêutica de elevada importância comercial. Os resultados explicitados indicam que a alta atividade antioxidante do extrato de jambolão, juntamente ao grande potencial corante, com atributos apetecíveis de solubilidade e estabilidade, seriam capazes incentivar a inclusão do extrato como aditivo natural para ser utilizado tanto em alimentos como em formulações farmacêuticas (VEIGAS et al., 2007; AGOSTINI e SILVA, 2008).

### **Compostos bioativos**

Os mais relevantes compostos bioativos são as vitaminas e os metabólitos secundários (DEMBITSKY et al., 2011). Os metabólitos secundários podem ser definidos como compostos orgânicos que, ainda que não estejam prontamente conectado ao crescimento e desenvolvimento vegetal, demonstram relevante papel no resguardo das plantas contra herbívoros, infecção por microrganismos patogênicos e tem ação atrativa (odor, cor e sabor) para animais polinizadores. Compreendem compostos fenólicos, terpenos e compostos nitrogenados (AZMIR et al., 2013). Todavia, o organismo humano não possui a capacidade de sintetizar os compostos bioativos, desse modo a fonte desses é proveniente da dieta alimentar com vegetais (ROCHA, 2011).

Pesquisas reafirmam que a existência de compostos fenólicos concede as frutas características antioxidantes, antienzimáticas e antimicrobianas, e sua ingestão tem sido coligado à diminuição do risco de diversas enfermidades (RAO e RAO, 2007; BASTOS et al., 2015; PAZ et al., 2015).

### **Antocianinas e sua estabilidade**

Quimicamente, são compostos fenólicos pertencentes ao grupo dos flavonoides, sua molécula trata-se de um cation flavinium muito reativo, com maior estabilidade em condições ácidas e capazes de se complexarem com íon metálicos. Dessa forma, as antocianinas conseguem se aderir à macromoléculas, como proteínas e polissacarídeos, e atuar como antioxidante. A coloração dessas depende, especialmente, da quantidade de hidroxilas (OH) ou metilas (CH<sub>3</sub>) ligados ao anel B da molécula (KERAUY, 2012; FENNEMA, DAMODARAN e PARKIN, 2010; SAAVEDRA, 2008).

Quando falamos de estabilidade das antocianinas estamos nos referindo à sua coloração, que segundo Constant, Stringheta e Sandi (2003) a cor das soluções de antocianinas depende de uma série de fatores como concentração, tipo de solvente, temperatura, pH, estrutura do pigmento, presença de substâncias capazes de reagir reversível ou irreversivelmente com a antocianina, entre outros. Timberlake (2009) afirma que a baixa estabilidade durante o processamento e armazenamento está relacionada à fatores como pH, temperatura e a luz. Elas degradam facilmente em temperaturas acima de 40 °C.

Pesquisas já realizadas apresentam a quantidade de antocianinas totais em alguns frutos. Por exemplo, o caju 7,6 mg/100 g bs e o mamão com teor de antocianinas de 1,87 mg/100 g bs (base seca) Bobinaité et al. (2012). O perfil de antocianina detectada nas frutas também varia conforme o tipo de fruta estudada. Nos frutos de camu-camu pode-se detectar existência da antocianina cianidina-3- glicosídeo (FRACASSETTI et al. 2013); pelargonidina e cianidina foram detectadas em morangos (PINTO et al., 2008). Já os frutos de jambolão demonstram a presença de quantidades elevadas das antocianinas delfinidina 3,5 diglicosídeo, cianidina 3,5 diglicosídeo, petunidina 3,5 diglicosídeo, delfinidina 3 glicosídeo e malvidina 3,5 diglicosídeo (BRITO et al., 2007; FARIA et al., 2011).

Além das pesquisas realizadas na polpa *in natura* também é possível encontrar na literatura dados a respeito do teor de antocianina em extratos de jambolão. Extratos etanólicos analisados por Borges (2011) apresentaram 487,7 mg/100 g de antocianinas. Correia et al. (2012) ao estudar o extrato metanólico e fazer uma pesquisa mais aprofundada detectou uma grande quantidade (90,50 mg/100 g) de cianidina.

Pesquisas realizadas por Veigas et al. (2007) em frutos de jambolão detectaram a presença de alto teor de antocianinas (230 e 229 mg/100 g). Esses valores indicam que a atividade antioxidante do extrato etanólico de jambolão, combinados à grande habilidade corante do mesmo e seus atributos singulares de solubilidade e estabilidade, podem ser utilizados como aditivo natural em alimentos e em formulações farmacêuticas.

Além de pesquisas de identificação e quantificação das antocianinas também é possível encontrar pesquisas relacionadas à estabilidade e métodos de retardo da degradação dos pigmentos antocianínicos; pode-se citar a copigmentação como um dos processos que segundo Rein (2005) além de preservar a coloração, pode aumentá-la.

### **Corantes naturais**

Os corantes naturais podem ser categorizados em três principais grupos: as substâncias heterocíclicas com estrutura tetra-pirrólica, que compreendem as clorofilas existentes em

vegetais, o heme e as bilinas presentes em animais; as substâncias de estrutura isoprenoide, correspondente aos carotenoides, existentes particularmente em vegetais; e os compostos heterocíclicos incluindo o oxigênio como os flavonoides, que são encontrados exclusivamente em vegetais.(BOBBIO e BOBBIO, 2003). A ANVISA informa na resolução de nº 44 , que os corantes naturais liberados para uso no Brasil são por exemplo: açafrão, ácido carmínico, antocianinas, entre outros (BRASIL, 2001).

As antocianinas são evidenciadas por conceder coloração vermelha, roxa e azul. Como atributo de sua solubilidade, por ser de natureza polar, elas são solúveis em água ou solventes orgânicos polares (MACRAE et al., 1993). Dentre as antocianinas mais comuns destacam-se a pelargonidina, cianidina, delfinidina, malvidina, peonidina e petunidina (BOBBIO e BOBBIO, 2003). Corantes retirados de fontes naturais, além de desempenhar a finalidade, propicia cor aos alimentos, possuem atividades biológicas relevantes e efeitos benéficos para a saúde. Geralmente são compostos bioativos e estão ligados à atividade antioxidante (CACACE e MAZZA, 2002; VALLS et al., 2009; PAIK et al., 2012; HASLER, 2000; LAJOLO, 2002).

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada no laboratório de pesquisas do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal da Paraíba, no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias- PPGTA/UFPB/CCHSA. Os jambolões (3,400 kg) da cultivar (*Syzygium cumini*) foram lavadas com água por imersão e, em seguida, sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio 20 ppm por 10 min. Posteriormente, foram secas e feita a separação da polpa e do caroço , totalizando um total de 1,129 kg de polpa, que em seguida foram trituradas em liquidificador industrializado, com água (150 mL de água para 400 g de jambolão) (GARCIA, 2017). Para a extração das antocianinas, foi utilizada uma razão de 1:1 da fruta triturada com uma solução etanólica (30 – 70%) em pH 2 (regulado com HCl 0,1 mol/L). Em seguida, a mistura foi submetida à agitação em agitador magnético por (90 min). Após a extração, a mistura foi filtrada e centrifugada a 4000 rpm por 10 min, foi utilizado primeiramente filtro e uso de funil convencional, para melhor remoção do substrato/remoção do resíduo, em seguida se fez necessário utilizar a centrífuga para melhor obtenção do sobrenadante. Após a centrifugação, o extrato foi concentrado a 50% do volume inicial em rota-evaporador a 40 °C e protegido de iluminação. Obtivemos 2 litros e 62 ml do extrato filtrado do qual foi retirado 1 litro e 31 ml da solução etanólica. Depois foi armazenado no ultrafreezer a -80°C durante 48h. Passado esse período, o extrato foi submtido a liofilização por 72h e depois

armazenado novamente no ultrafreezer a  $-80^{\circ}\text{C}$ .

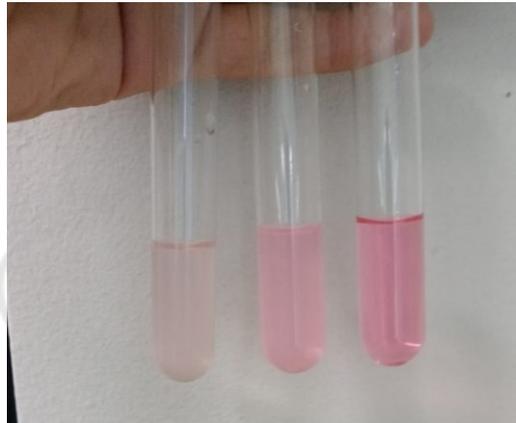
Com relação ao preparo das amostras para determinação de potencial de antocianinas, seguiu os métodos do DDPH com adaptações. Foi pesado 5 g de cada amostra (T1, T2 e T3) para 2,5 mL de etanol, depois centrifugado em 800 rpm por 15 minutos, em seguida foi retirado 1 mL do sobrenadante para futuras leituras a 520 nm e a 700 nm no espectrofotômetro. Foram feitos dois tampões pH 1, e pH 4,5. Para o tampão de pH 1 utilizamos (cloreto de potássio 0,025 mol/L): onde foi pesado 1,86 g de KCl em um béquer e adicionado cerca de 980 mL de água destilada. Depois foi medido o pH e ajustado até 1 com HCl (aproximadamente 6,3 mL). Em seguida transferido para um balão de 1 L e completado com água destilada. Para o tampão de pH 4,5 utilizamos (acetato de sódio 0,4 mol/L): 54,43 g de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  em um béquer e adicionado cerca de 960 mL de água destilada. Depois medido o pH e ajustado para 4,5 com HCl (cerca de 20 mL). Depois, transferido para um balão de 1 L e completado com água destilada. Os resultados demonstraram uma coloração vermelho opaco para a amostra com 10g, vermelho mais vivo na amostra contendo 15 g e vermelho intenso para a amostra adicinada de 20 g, que podem ser observados na Figura 01. Evidenciando assim a presença de antociniais. Em pesquisas feitas são relatadas que os principais metabólitos secundários encontrados nesses frutos são as antocianinas, compostos responsáveis pela intensa coloração vermelha.

Para avaliar seu potencial antimicrobiano e antioxidante, foram pesadas 1 mL de cada amostra do produto lácteo que recebeu em sua formulação a adição do extrato com potencial de antocianinas do qual foi realizado suas características microbiológicas. Para a enumeração de coliformes termotolerantes, adotou-se a técnica do Número Mais Provável (BRASIL, 2003). Para a prova presuntiva, as amostras foram inoculadas em caldo lauril sulfato de sódio, na quantidade de 1 mL das diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , em séries de três tubos analisados após a incubação em estufa a  $36 \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 horas. Os resultados podem ser observados na Tabela 01.

Com relação a contagens de coagulase-positivo, foi determinado seguindo a metodologia por SILVA et al. (2001). Os resultados podem ser observados na Tabela 02.

A análise realizada referente à pesquisa de *Salmonella* ssp, foi utilizada a metodologia adaptada pelo Laboratório de Microbiologia de Alimentos da UFPB/CCHSA, que utiliza como referência os Métodos Analíticos oficiais para análise microbiológicas para controle de produtos de origem animal e vegetal, da Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Os resultados obtidos foram ausência de *Salmonella* ssp para ambas as amostras T1, T2 e T3.

**Figura 01:** Coloração determinada dos extratos com potencial de antocianinas presente.



Fonte: Própria (2022).

Da esquerda para a direita, a amostra com 10 g (T1) apresentou uma coloração vermelho opaco, na sequência a amostra com 15 g (T2) apresentou cor vermelho mais vivo, e na amostra contendo 20 g (T2) apresentou uma coloração de vermelho mais intenso.

**Tabela 01:** Enumeração de coliformes termotolerantes.

	-1	-2	-3
T1	1	0	0
T2	1	0	0
T3	1	0	0

Fonte: Própria (2022).

**Tabela 02:** Enumeração de contagens de coagulase-positivo.

	-1	-2	-3
T1	0	0	0
T2	0	0	0
T3	0	0	0

Fonte: Própria (2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de extração realizado por meio de solução etanólica quando comparada com outros métodos extrativos já realizados, como por exemplo, extração por Soxhlet, nos remete possivelmente uma melhor extração, isso porque o método de extração por Soxhlet é considerado muito convencional e devido utilizar altas temperaturas e longa duração de tempo durante a extração, que prejudicam o desempenho, gerando perdas das propriedades bioativas, e devido o seu alto custo (WANG, 2010). É importante salientar que o uso de solventes de

acidez demasiadamente elevada (superior a 1% de ácido clorídrico) pode resultar em hidrólise parcial das antocianinas aciladas e, conseqüentemente, na estimação incorreta do teor de antocianinas total (Revilla et al, 1989). Assim, o método usualmente empregado para obter o extrato bruto consiste em tratar a matéria-prima com etanol com 1% de HCl (Revilla et al, 1989). Alguns métodos empregam etanol em substituição ao metanol pela menor toxicidade, esse procedimento é recomendado especialmente quando a extração se faz com fim alimentício. Embora Francis (1982) afirme que a extração com metanol seja mais eficiente, Silva (1996) demonstrou não haver diferença quando realizada extração com qualquer dos solventes. Atualmente não existe na literatura um método padrão para a extração, entretanto pesquisas desenvolvidas alertam sobre a extração de antocianinas quando elevadas a altas temperaturas acima de 40°C e exposta por muito tempo a luminosidade, pois acabam degradando as suas propriedades bioativas.

Os principais cuidados efetuados durante todo o processo de extração das antocianinas foi justamente diminuir o tempo de processamento, evitando temperaturas acima de 40°C, trabalhando em ambiente climatizado, os frascos e recipientes utilizados cobertos com papel laminado, a fim de evitar o contato direto da luz com o extrato.

Para o método de extração com solução etanólica, foi-se utilizado o rota-evaporador com temperatura de 40°C em sala climatizada com janelas fechadas. Ao final do processo ainda se pode observar uma perda de 78 mL, não significativa, pois em determinadas etapas se teve uma perda maior de água da solução etanólica (etanol + água), obtendo ao final um volume de 953 mL do extrato.

O extrato foi armazenado em congelamento rápido a -80°C. O congelamento está entre os métodos mais populares e eficientes de preservação de alimentos (KIANI; SUN, 2011). A parte de transição de fase do processo de congelamento envolve a conversão de água em gelo por meio do processo de cristalização e é a etapa chave para determinar a eficiência do processo e a qualidade do produto congelado (KIANI; SUN, 2011; QIU et al., 2020).

Segundo Dempsey e Bansal (2012), o congelamento lento produz grandes cristais de gelo, desenvolvem-se através das paredes das células, permitindo que ocorra a entrada de oxigênio, ocasionando rancidez aumentando o risco de gotejamento avançado no descongelamento. A formação de cristais de gelo maiores e a distribuição desigual no tecido alimentar podem romper irreversivelmente a estrutura celular, causando alterações nas propriedades sensoriais e perda de nutrientes (ZHU; ZHOU; SUN, 2019). O congelamento rápido em temperaturas muito baixas garante a qualidade nutricional, bem como o sabor e a

textura dos alimentos, devido à formação de pequenos e uniformes cristais de gelo. Taxas de congelamento ultra-altas podem ser obtidas usando nitrogênio líquido (STINCO et al., 2013).

Haiying, Shaozhi e Guanguiming (2007), avaliaram as propriedades relevantes de congelamento de quatro tipos de vegetais, cogumelo, couve-flor verde, feijão-marinho e vagem de ervilha e o estudo demonstrou que o congelamento mais rápido produziria cristais de gelo menores, o que traria menos danos às microestruturas. Portanto, o congelamento rápido é necessário para manter a qualidade dos alimentos, uma vez que produz pequenos cristais de gelo (DEMPSEY; BANSAL, 2012; HAIYING; SHAOZHI; GUANGUIMING, 2007; ZHU; Kono et al. (2017), verificaram que o congelamento rápido tem influência significativa na superfície do filé de salmão, e um número de pequenos cristais de gelo com uma pequena área de proporção dentro da camada superficial foi observado em amostras congeladas rapidamente, ao contrário dos grandes cristais de gelo com uma grande proporção entre as amostras congeladas normais.

Sendo assim, as amostras foram armazenadas em um ultrafreezer de modelo MDF-U33V-PA, Panasonic, temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$ . Se fez necessário armazenar no ultrafreezer do qual é capaz de inibir qualquer reação enzimática, e destinado ao acondicionamento de amostras sensíveis a decomposição durante o armazenamento, podendo assim permanecer por um longo período de tempo. A seguir, é possível observar nas Figuras 01, 02, 03 e 04 as etapas de processamento realizadas para obtenção do extrato de antocinianas.

**Figura 01:** A esquerda fruto do jambolão com polpa e caroço higienizados, e a direita fruto despulpado.



Fonte: Própria (2022)

**Figura 02:** A esquerda filtração convencional, e a direita extrato centrifugado.



Fonte: Própria (2022).

**Figura 03:** A esquerda extrato no rota-evaporador, e a direita evaporação da solução etanólica.



Fonte: Própria (2022).

**Figura 04:** Extrato levado para o liofilizador de bancada por e liofilizado por 72h.



Fonte: Própria (2022).

Com relação ao potencial do teor de antocianinas os resultados demonstraram uma coloração avermelhada nas amostras, onde a amostra T3 apresentou coloração vermelha mais intensa. Evidenciando assim a presença de antocianinas. Em pesquisas feitas foi relatado que os principais metabólitos secundários encontrados nesses frutos são as antocianinas, compostos responsáveis pela intensa coloração vermelha. Esses pigmentos conferem diferentes tonalidades de cor, oscilando entre vermelho, laranja e roxo, de acordo com condições intrínsecas, como o pH, encontradas nos vegetais (Brouillard,1983). Ainda, segundo estudo de BRIDLE et al. (1997), as antocianinas compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino

vegetal, e são estudadas em todo o mundo como agentes da coloração natural em alimentos, sendo elas as responsáveis pelos tons compreendidos desde a coloração vermelha até a coloração azul em muitas frutas, legumes e hortaliças (MAZZA & MINIATI, 1993). Estudo feito por BOBBIO e TERCIO (2002), apontam também uma característica marcante das antocianinas, que está no fato de que em soluções aquosas, apresentam diferentes estruturas em função do pH. De modo geral, em meio extremamente ácido (pH entre 1-2), as antocianinas apresentam coloração intensamente avermelhada devido ao predomínio da forma cátion flavílico ( $AH^+$ ). Do qual essa coloração avermelhada foi identificada em nosso extrato obtido. Entretanto, ressaltamos que, o método DPPH apesar de ser bastante utilizado para avaliação da capacidade antioxidante, essa avaliação antioxidante não deve se basear apenas em uma única metodologia, sendo necessários outros métodos para caracterizar completamente um composto como antioxidante, como o método TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity), ABTS (ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico), ORAC (Oxygen radical absorbance capacity), FRAP (Ferric-Reducing Ability of Plasma), TRAP (Total Radical - Trapping Antioxidant Parameter), CUPRAC (Cupric ions  $Cu^{2+}$  reducing antioxidant power) e métodos de peroxidação lipídica (Ciesla et al., 2012; Moon; Shibamoto, 2009).

Com relação as características microbiológicas, foi verificada a ausência de Salmonella, de estafilococos coagulase-positivo e de coliformes termotolerantes em todas as amostras. Pode-se justificar a ausência pelo processamento rigoroso de controle de boas práticas de fabricação de alimentos realizado durante a etapa de produção do produto lácteo, e por as antocianinas apresentarem propriedades antimicrobianas e antioxidante. Segundo Cushnie e Lamb (2005), durante séculos preparações contendo flavonoides e os constituintes fisiologicamente ativos foram usados por médicos e curandeiros na tentativa de travar diversas doenças humanas. Cushnie & Lamb (2005) relatam em seus estudos que as propriedades antimicrobianas do própolis foram atribuídas principalmente aos seus flavonoides galangina e pinocembrin. A erva chinesa *Scutellaria baicalensis* constitui um outro exemplo destas propriedades (Cushnie & Lamb, 2005). Entretanto, por outro lado, o aumento da utilização de agentes antifúngicos também resultou no desenvolvimento de resistência aos mesmos, tornando-se necessário descobrir novas classes de produtos, nomeadamente de origem natural. As plantas e frutas são fontes ricas de uma grande variedade de metabolitos ativos tais como, taninos, terpenoides, alcaloides e flavonoides que têm sido relatados devido às suas propriedades antifúngicas testadas in vitro (Arif et al., 2011; Salas et al., 2011; Serpa et al., 2012). A atividade antifúngica deve-se provavelmente à capacidade destes compostos em formar complexos com proteínas

solúveis presentes nas paredes das células fúngicas (Arif et al., 2011). De modo geral, o efeito antibacteriano dos flavonoides deve-se também à atribuição de grupos fenólicos hidroxilo que apresentam afinidade para as proteínas e, por essa razão, atuam como inibidores de enzimas bacterianas, assim como interferem nas suas vias de síntese (Alcaráz et al., 2000; Àvila, et al., 2008; Li et al., 2012 Sato et al., 1995). Recentemente, diversos flavonoides demonstraram ser capazes de inibir a formação de biofilmes de *Streptococcus mutans*, *Aeromonas hydrophila* e *Escherichia coli* O157:H7 (Lee et al., 2011).

A atividade antioxidante é uma das suas propriedades mais estudadas neste grupo de compostos (Harborne & Williams, 2000). Os flavonoides demonstraram ter ação inibidora de diversas espécies oxidantes como anião superóxido ( $O_2^-$ ), radicais hidroxil e peroxi (Sandhar et al., 2011). De uma forma geral, a atividade antioxidante está relacionada com a estrutura do flavonoide, dependendo assim do número de substituintes hidroxil que apresenta na sua constituição. Assim, quanto maior o número de substituintes hidroxilo, mais forte será a atividade do composto flavonoide (Havsteen, 2002). Ainda de acordo com Havsteen (2002), existem numerosas enzimas inibidas pelos flavonoides tais como, hidrolases, isomerases, oxidoredutases, ADN (ácido desoxirribonucleico) sintetases, ANR (ácido ribonucleico) polimerases, fosfatases, oxigenases, entre outras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os flavonoides têm sido alvo de muitas pesquisas nos últimos anos, tendo sido relatada uma enorme variedade de potenciais efeitos benéficos, sabe-se que depois da clorofila, as antocianinas são o mais importante grupo de pigmentos de origem vegetal. Avaliar a potencialidade dos processos de extração e utilização em alimentos permanece ainda um campo aberto à investigação científica. O potencial de impacto da pesquisa nos vários âmbitos técnico, científico e inovação é bastante amplo. Sendo assim, o presente estudo apresentou, por meio da pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico, oferecer ao mercado a possibilidade inovadora de obtenção de um corante natural, com propriedades bioativas, e que seja possível de ser utilizado pelo mercado por ter sido extraído com uma tecnologia que permite o aumento da sua estabilidade e aplicabilidade, mantendo as suas propriedades bioativas.

## REFERÊNCIAS

ABE, L. T.; DA MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis lambrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 394-400, 2007.

Alcaráz, L.E., Blanco, S.E., Puig, O.N., Tomás, F., Ferreti, F.H. (2000). Antibacterial Activity of Flavonoids Against Methicilin – resistant *Staphylococcus aureus* strains. *J. theor. Biol.*, 205, pp. 231 – 240.

AMCHOVA, P.; KOTLOVA, H.; RUDA-KUCEROVA, J. Health safety issues of synthetic food colorants. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 73, p. 914-922, 2015.

Arif, T., Mandal, T.K., Dabur, R. (2011). Natural products: Anti – fungal agents derived from plants. *Opportunity, Challenge and Scope of Natural Products in Medicinal Chemistry*, 81, pp, 283 – 311.

Bobbio, P. A.; Bobbio, F. O.; *Química de processamento de alimentos*, Varela: São Paulo, 3ª ed., 2001.

BRIDLE, P.; TIMBERLAKE, C.F. Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. *Food Chemistry*, v.58, n.1-2, p.103-109, 1997.

CARVAJAL, A. E. S. S.; KOEHNLEIN, E. A.; SOARES, A. A.; ELER, G. J.; NAKASHIMA, A. T. A.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Bioactives of fruiting bodies and submerged culture mycelia of *Agaricus brasiliensis* (*A. blazei*) and their antioxidant properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, p. 493-499, 2012.

CHATTOPADHYAY, P.; CHATTERJEE, S.; SEN, S. K. Biotechnological potential of natural food grade biocolorants. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, p. 2972-2985, 2008.

CIEŚLA, Ł. et al. Approach to develop a standardized TLC-DPPH test for assessing free radical scavenging properties of selected phenolic compounds. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, v. 70, n. 0, p. 126-135, 2012.

COULTATE, T.; BLACKBURN, R. S. Food colorants: their past, present and future. **Coloration Technology**, v. 0, p. 1-21, 2018.

Cushnie, T., Lamb, A.J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26, pp. 343 – 356.

DANTAS, A. G.; ALVES, A. C. S.; SOARES, F. C.; MIGUEL, J. G. S.; ALVES, G. S. Diagnóstico microbiológico da *Vitis lambrusca* comercializada em estabelecimentos formais e feiras livres em João Pessoa, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, p. 802-805, 2017.

DEMPSEY, P.; BANSAL, P. The art of air blast freezing: Design and efficiency considerations. *Applied Thermal Engineering*, v. 41, p. 71-83, 2012. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2011.12.013.

ESTUPIÑAN, D. C.; SCHWARTZ, S. J.; GARZÓN, G. A. Antioxidant activity, total phenolics content, anthocyanin, and color stability of isotonic model beverages colored with andes berry (*Rubus glaucus* benth) anthocyanin powder. **Journal of Food Science**, v. 76, p. 26-34, 2011.

ABE, L. T.; DA MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis lambrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 394-400, 2007.

CARVAJAL, A. E. S. S.; KOEHNLEIN, E. A.; SOARES, A. A.; ELER, G. J.; NAKASHIMA, A. T.

- A.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Bioactives of fruiting bodies and submerged culture mycelia of *Agaricus brasiliensis* (*A. blazei*) and their antioxidant properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, p. 493-499, 2012.
- CHATTOPADHYAY, P.; CHATTERJEE, S.; SEN, S. K. Biotechnological potential of natural food grade biocolorants. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, p. 2972-2985, 2008.
- COULTATE, T.; BLACKBURN, R. S. Food colorants: their past, present and future. **Coloration Technology**, v. 0, p. 1-21, 2018.
- DANTAS, A. G.; ALVES, A. C. S.; SOARES, F. C.; MIGUEL, J. G. S.; ALVES, G. S. Diagnóstico microbiológico da *Vitis lambrusca* comercializada em estabelecimentos formais e feiras livres em João Pessoa, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, p. 802-805, 2017.
- ESTUPIÑAN, D. C.; SCHWARTZ, S. J.; GARZÓN, G. A. Antioxidant activity, total phenolics content, anthocyanin, and color stability of isotonic model beverages colored with andes berry (*Rubus glaucus* benth) anthocyanin powder. **Journal of Food Science**, v. 76, p. 26-34, 2011.
- GARCIA, Y. M. **Extração de corante natural do resíduo da uva isabel (*Vitis vinifera*) via solvente hidroalcoólico**. 2017, 67f. Monografia (Conclusão de curso) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN.
- HAIYING, W.; SHAOZHI, Z.; GUANGMING, C. Experimental study on the freezing characteristics of four kinds of vegetables. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 6, p. 1112-1116, 2007.
- Harborne, J.B., Williams A.C. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55, pp. 401 – 504.
- Havensteen, B.H. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology and Therapeutics*, 96, pp. 67 – 202.
- He, F., Mu, L., Yan, G.-L., Liang, N.-N., Pan, Q.-H., Wang, J., Reeves, M.J., Duan, C.-Q. (2010). Biosynthesis of Anthocyanins and Their Regulation in Colored Grapes. *Molecules*, 15: 9057-9091.
- KIANI, H.; SUN, D. W. Water crystallization and its importance to freezing of foods: A review. *Trends in Food Science and Technology*, v. 22, p. 407- 426, 2011. doi: 10.1016/j.tifs.2011.04.011.
- KONO, S.; KON, M.; ARAKI, T.; SAGARA, Y. Effects of relationships among freezing rate, ice crystal size and color on surface color of frozen salmon fillet. *Journal of Food Engineering*, v. 214, p. 158-165, 2017.
- LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, v. 88, p. 1269-1278, 2005.
- Lee, J.H., Regmi, S.C., Kim, J.A., Cho, M.H., Yun, H., Lee, C.S., Lee, J. (2011). Apple Flavonoid Phloretin Inhibits Escherichia coli O157:H7 Biofilm Formation and Ameliorates Colon Inflammation in Rats. *Infection and Immunity*, 79(12), pp. 4819 – 4827.
- MAHDAVI, S. A.; JAFARI, S. M.; ASSADPOOR, E.; DEHNAD, D. Microencapsulation optimization of natural anthocyanins with maltodextrin, gum arabic and gelatin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 85, p. 379-385, 2016.

- MARTINS, N.; RORIZ, C. L.; MORALES, P.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R. Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agro-industrial to ensure consumer expectations and regulatory practices. **Trends in Food Science & Technology**, v. 52, p. 1-15, 2016.
- MATIOLI, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Licopeno encapsulado em goma arábica e maltodextrina: estudo da estabilidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 197-203, 2002.
- MAZZA, G.; MINIATI, E., Anthocyanins in fruits, vegetables, and grains. CRC Press, London, 1993, 362 p.
- NISHIYAMA, M. F.; COSTA, M. A. F.; COSTA, A. M.; SOUZA, C. G. M.; BÔER, C. G.; BRACHT, C. K.; PERALTA, R. M. Chá verde brasileiro (*Camellia sinensis* var *assamica*): efeitos do tempo de infusão, acondicionamento da erva e forma de preparo sobre a eficiência de extração dos bioativos e sobre a estabilidade da bebida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 191-196, 2010.
- OLIVEIRA FILHO, F. A. Produção, área colhida e efetivo de uva no Nordeste. **Informe Rural ETENE**, ano V, n. 5, 2016.
- PARAMERA, E. I.; KONTELES, S. J.; KARATHANOS, V. T. Stability and release properties of curcumin encapsulated in *Saccharomyces cerevisiae*, beta-cyclodextrin and modified starch. **Food Chemistry**, v. 125, p. 913-922, 2011.
- PASSOS, A. P. S.; MADRONA, G. S.; MARCOLINO, V. A.; BAISSO, M. L.; MATIOLI, G. The use of thermal analysis and photoacoustic spectroscopy in the evaluation of maltodextrin microencapsulation of anthocyanins from juçara palm fruit (*Euterpe edulis* Mart.) and their application if food. **Food Technology and Biotechnology**, v. 53, p. 385-396, 2015.
- PATRAS, A.; BRUNTON, N. P.; O'DONNELL, C.; TIWARI, B. K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation, Trends. **Food Science and Technology**, v. 21, p. 3-11, 2010.
- ROBERT, P.; GORENA, T.; ROMERO, N.; SEPULVEDA, E.; CHAVEZ, J.; SAENZ, C. Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 1386-1394, 2010.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Natural food pigments and colorants. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 20-26, 2016.
- Sandhar, H.K., Kumar, B., Prasher, S., Tiwari, P., Salhan, M., Sharma, P. (2011). A Review of Phytochemistry and Pharmacology of Flavonoids. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, 1(1), pp. 25 – 41.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.
- SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de casca de uvas niágara e isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 59-64, 2008.
- STINCO, C. M.; FERNÁNDEZ-VÁZQUEZ, R.; HEREDIA, F. J.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M. Bioaccessibility, antioxidant activity and color of carotenoids in deep-frozen orange juices: Influence of thawing conditions. *LWT - Food Science and Technology*, v.

53, n. 2, p. 458-463, 2013.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, p. 297-304, 2008.

Terci, D. B. L.; Rossi, A. V.; *Quim. Nova* **2002**, 25, 685.

TOLUN, A.; ALTINTAS, Z.; ARTIK, N. Microencapsulation of grape polyphenols using maltodextrin and gum arabic as two alternative coating materials: Development and characterization. **Journal of Biotechnology**, v. 239, p. 23-33, 2016.

VALDUGA, E.; LIMA L.; DO PRADO, R.; PADILHA, F. F.; TREICHEL, H. Extração, secagem por atomização e microencapsulamento de antocianinas do bagaço da uva isabel (*Vitis lambrusca*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1568-1574, 2008.

ZHU, Z.; ZHOU, Q.; SUN, D. W. Measuring and controlling ice crystallization in frozen foods: A review of recent developments. *Trends in Food Science and Technology*, v. 90, p. 13 - 25, 2019.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO BAGAÇO DE LARANJA, CASCA DE MARACUJÁ E BAGAÇO DE CAJU PARA CÁLCULO TEÓRICO DO POTENCIAL BIOQUÍMICO DE METANO

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL BAGAZO DE NARANJA, CÁSCARA DE MARACUYÁ Y LUBINA DE ANACARDO Y CÁLCULO TEÓRICO DEL POTENCIAL BIOQUÍMICO DEL METANO

## PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ORANGE BAGASSE, PASSION FRUIT PEEL AND CASHEW BAGASSE FOR THEORETICAL CALCULATION OF THE BIOCHEMICAL POTENTIAL OF METHANE

Liliana Andréa dos Santos; Fábio Ferreira Batista; Gutemberg Francisco Silva; José Fernando Thomé Jucá; André Felipe de Melo Sales Santos

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.235-249>

### RESUMO

A indústria de alimentos e, sobretudo no processamento industrial de frutas ocorre a geração de grandes quantidades de subprodutos, geralmente descartados ou utilizados de forma menos nobre ou descartados no meio ambiente, desvalorizando seus potenciais usos. Os resíduos gerados podem ser utilizados para uma infinidade de outros usos que incluem sua valorização como fonte de nutriente, substâncias de interesse biotecnológico, potencial uso na agroindústria ou sua valorização energética. A possibilidade de uso desses resíduos para a produção de metano (CH<sub>4</sub>), por exemplo, contribuindo para a geração energética descentralizada com ganhos a todo ciclo produtivo vem ganhando importância na agroindústria. Os resíduos de bagaço de laranja (BL), Casca de maracujá (CM) e bagaço de caju (BC), são os mais produzidos pela indústria de sucos nacional. A caracterização físico-química detalhada desses resíduos pode ser uma alternativa mais prática para a determinação teórica do Potencial Bioquímico de Metano (PBM) em detrimento da aplicação de testes laboratoriais caros e com aparatos experimentais e analíticos mais complexos. Neste sentido, este trabalho objetivou apresentar a caracterização de resíduos das frutas mais utilizadas pela indústria de frutas nacional e relacionar as suas características a possibilidades de determinar de maneira mais objetiva o PBM. Foi realizada uma caracterização físico-química detalhada dos resíduos de BL, CM e BC para os parâmetros pH: umidade e ST (%), STV (%), C, N (%), Celulose, hemicelulose e lignina (%). A partir da caracterização observou-se que apesar ácidos os substratos são favoráveis a digestão anaeróbica, com destaque para o BC que pode necessitar de processos de pré-tratamentos a biodigestão anaeróbia devido o teor de fibras mais elevado. A caracterização físico-química previa dos resíduos é uma alternativa de obtenção do PBM teórico, com custo, velocidade de resposta menores mantendo alta confiabilidade dos resultados obtidos e úteis para dimensionamentos de projetos de valorização energética de resíduos da agroindústria. **Palavras-Chave:** Cascas de frutas; metano; biogás; agroindústria; indústria de sucos

### RESUMEN

La industria alimentaria, y especialmente en la industria frutícola, genera grandes cantidades de subproductos, normalmente desechados o aprovechados de forma menos noble o incluso desechados en el medio ambiente, desvalorizando sus usos potenciales. Los residuos generados pueden destinarse a multitud de otros usos que incluyen su valorización como fuente de nutrientes, sustancias de interés biotecnológico, uso potencial en la agroindustria o su valorización energética. La posibilidad de utilizar estos residuos para la producción de metano (CH<sub>4</sub>), por ejemplo, contribuyendo a la generación descentralizada de energía con ganancias en todo el ciclo productivo ha ido cobrando importancia en la agroindustria. Los residuos de orujo de naranja (BL), cáscara de maracuyá (CM) y bagazo de marañón (BC) son los más producidos por la industria nacional de jugos. La caracterización físico-química detallada de estos residuos puede ser una alternativa más práctica para la determinación teórica del Potencial Bioquímico del Metano (BMP) a expensas de la aplicación de costosas pruebas de laboratorio

y con aparatos experimentales y analíticos más complejos. En ese sentido, este trabajo tuvo como objetivo presentar la caracterización de los residuos de las frutas más utilizadas por la industria frutícola nacional y relacionar sus características con las posibilidades de determinar el PBM de una manera más objetiva. Se realizó una caracterización físico-química detallada de los residuos de BL, CM y BC para los parámetros de pH: humedad y ST (%), STV (%), C, N (%), Celulosa, hemicelulosa y lignina (%). A partir de la caracterización se observó que a pesar de los ácidos, los sustratos son favorables a la digestión anaeróbica, con énfasis en los BC que pueden requerir procesos de pretratamiento a la digestión anaeróbica debido al mayor contenido de fibra. La caracterización físico-química previa de los residuos es una alternativa para obtener el PBM teórico, con menor costo, rapidez de respuesta, manteniendo alta confiabilidad de los resultados obtenidos y útil para dimensionar proyectos de valorización energética de residuos agroindustriales.

**Palabras-Clave:** Cáscaras de frutas; metano; biogás; agroindustria; industria del jugo

#### ABSTRACT

The food industry, and especially in the fruit industry, generates large amounts of by-products, usually discarded or used in a less noble way or even discarded in the environment, devaluing their potential uses. The waste generated can be used for a multitude of other uses that include its recovery as a source of nutrients, substances of biotechnological interest, potential use in agribusiness or its energy recovery. The possibility of using these residues for the production of methane (CH<sub>4</sub>), for example, contributing to decentralized energy generation with gains in the entire production cycle has been gaining importance in the agroindustry. The residues of orange pomace (BL), passion fruit peel (CM) and cashew bagasse (BC) are the most produced by the national juice industry. The detailed physical-chemical characterization of these residues can be a more practical alternative for the theoretical determination of the Biochemical Potential of Methane (BMP) at the expense of the application of expensive laboratory tests and with more complex experimental and analytical apparatus. In this sense, this work aimed to present the characterization of residues of the fruits most used by the national fruit industry and to relate their characteristics to the possibilities of determining the PBM in a more objective way. A detailed physical-chemical characterization of BL, CM and BC residues was carried out for the pH parameters: moisture and ST (%), STV (%), C, N (%), Cellulose, hemicellulose, and lignin (%). From the characterization, it was observed that despite acids, the substrates are favorable to anaerobic digestion, with emphasis on BC that may need pre-treatment processes to anaerobic digestion due to the higher fiber content. The previous physical-chemical characterization of the residues is an alternative to obtain the theoretical PBM, with lower cost, response speed, maintaining high reliability of the results obtained and useful for sizing projects for the energy recovery of agroindustry residues.

**Keywords:** Fruit peels; methane; biogas; agribusiness; juice industry

#### INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas *in natura* do mundo, ocupando a terceira colocação no *ranking* de produção de frutas, perdendo apenas para China e Índia, produzindo cerca de 39,7 milhões de toneladas de frutas *in natura* em 2020 (STATIST, 2022). As principais frutas produzidas foram laranjas, bananas, melancia, abacaxis, coco, lima, uva, manga, açaí, maçã, mamão, tangerina e maracujá. Em relação à demanda de mercado, o processamento de frutas é crucial para potencializar o aproveitamento de frutas, pois permite transformar frutas perecíveis em produtos armazenáveis (SANTOS, 2019).

Após o processamento de frutas, para fins de produção de sucos e polpas, são gerados grande quantidade de resíduos, constituídos por bagaço, cascas, sementes, caroços e parte da polpa, representando 10% a 60% da fruta, os quais são descartados ou não valorizados (DO

NASCIMENTO FILHO, FRANCO, 2015; SANTOS, 2019), sobretudo no processamento frutas ocorre a geração de grandes quantidades de subprodutos, os quais são descartados, sendo tratados como rejeitos, descartando seus potenciais usos, assim contribuindo para a poluição ambiental, sendo lançados sem tratamento prévio em lixões, terrenos baldios ou mananciais (INFANTE et al., 2013). Contudo, estes resíduos gerados podem ser utilizados para produzir produtos de valor agregado, como biocombustíveis, biopolímeros, fertilizantes e alimentos para animais (CUI et al., 2015).

Neste sentido, uma alternativa que vem ganhando destaque dentro do cenário da matriz energética nacional é a possibilidade de uso desses resíduos para a produção de metano ( $\text{CH}_4$ ), contribuindo para a geração energética descentralizada com ganhos a todo ciclo produtivo. O biogás rico em metano (60 - 70% em média) possui um alto poder calorífico de cerca de 22500 a 25000  $\text{kJ/m}^3$ . Admitindo o  $\text{CH}_4$  puro esse valor chega a 35800  $\text{kJ/m}^3$ . Isto significa um aproveitamento de 6,25 a 10  $\text{kWh/m}^3$ . Sua potencialidade é demonstrada quando tratado, pois, o seu poder calorífico pode chegar a 60% do poder calorífico do gás natural (LORA e VENTURINI, 2012). Essa quantidade de calor pode ser utilizado na própria indústria produzindo vapor ou energia e gás natural veicular (GNV). Reincorporando parte da energia perdida no próprio ciclo produtivo, com ganho econômico e redução de impactos ambientais. Tal vantagem permite maiores ganhos agregando valor ao produto e reduzindo custos de produção, aumentando sua competitividade em relação a outros concorrentes. Há também a alternativa de venda do excedente energético para a rede de distribuição além de desafogar o sistema elétrico nacional e torná-lo descentralizado e menos crítico em termos de dependências de grandes geradores.

Dentre as frutas mais consumidas, a laranja, o maracujá e o caju tem destaque mundial em termos de consumo direto ou indireto para produtos processados. Ao mesmo tempo, a geração exacerbada de resíduos pode se tornar uma problemática ambiental decorrendo em custos para as agroindústrias. Entretanto, estes podem também ser fontes de recursos, mediante processamento tecnológico adequado, com destaque para a produção de ração animal (SILVA et al., 2014), enzimas (ABUD; ARAÚJO; ALMEIDA, 2015), produção de biogás e de substratos para a própria indústria (SOUZA et al., 2013). A predisposição para cada uma das alternativas tecnológicas que a indústria poderá definir para a valorização de seus subprodutos dependerá do tipo de resíduo gerado, de suas características físico-químicas, dos teores de nutrientes ou substância com interesse biotecnológico, visto que cada qual pode conter diferentes compostos bioativos em concentrações variadas. A recuperação de produtos de valor agregado a partir da biomassa pode ser uma estratégia para diminuir tanto o custo de descarte

quanto para combater os problemas relacionados ao aumento da produção de resíduos, isso pode ser alcançado utilizando tecnologias inovadoras relacionadas à economia circular, que se baseia no conceito de maximização de lucros a partir de resíduos sem a geração de fluxos adicionais a serem eliminados (VALENTINO et al., 2018).

Nos últimos anos, múltiplas biotecnologias têm sido implementadas com diferentes abordagens, onde tratamentos bioquímicos como digestão anaeróbia, compostagem, ou termoquímicos como gaseificação ou pirólise estão se destacando em escala industrial (TYAGI et al., 2018) e passando a ter viabilidade técnica e econômica com lucros socioambientais. Dessa forma, esses resíduos de frutas que antes eram descartados pela agroindústria de suco, podem ser utilizados como biomassa para a produção de energia por métodos renováveis como a digestão anaeróbia. A digestão anaeróbia é um processo natural onde a matéria orgânica é degradada na ausência de oxigênio transformando-a em em sua maioria em biogás, mistura gasosa de metano e dióxido de carbono. Essas tecnologias de tratamentos biológicos utilizáveis para o tratamento dos resíduos orgânicos, são hoje seriamente consideradas no mundo, devido às características de baixo consumo de energia, baixo custo e investimento, alta taxa de remoção orgânica e ao fato de atender à exigência de economia circular (SIDDIQUE; ZULARISAM, 2018). O conhecimento detalhado da composição físico-química dos resíduos gerados pela indústria pode antecipar etapas de projeto e dimensionamento de alternativas de processos mais limpos e que incluam a valorização energética no ciclo produtivo levando a melhores tomadas de decisão em novos ou antigosempreendimentos.

Diante disso, o trabalho teve como objetivo realizar a caracterização físico-química do bagaço de laranja, casca de maracujá e bagaço de caju para cálculo teórico do potencial bioquímico de metano.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Produção de frutas e geração de resíduos

A laranja é o fruto produzido pela laranjeira (*Citrus sinensis*), pertencente à família Rutaceae-(MEDEIROS, 2014). O Brasil é líder mundial na produção e exportação de laranjas, com aproximadamente 18 milhões de toneladas (USDA, 2019). No âmbito nacional, o estado de São Paulo é o maior produtor de laranjas, com mais de 12 milhões toneladas em 2019 (IBGE, 2019). No Brasil, mais de 85% da produção de laranja é utilizada pela indústria de suco, após a extração do suco de laranja, cerca de 50% da fruta é descartada em forma de bagaço, casca ou polpa. O bagaço de laranja contém vários polímeros de carboidratos solúveis e insolúveis

que são a matéria-prima ideal para conversão em biocombustíveis biológicos, como etanol e biogás (TAGHIZADEH-ALISARAEI et al., 2016).

O caju (*Anacardium occidentale* L.) é uma fruta nativa da América do Sul e é cultivada na América (Norte, Sul e Central), África e Ásia (LIU et al., 2016). Os principais produtos obtidos do caju são a amêndoa da castanha de caju, retirada no processamento da castanha (verdadeiro fruto), o líquido da casca de castanha-de-caju, usado na indústria química com alto valor comercial. O pedúnculo do caju (pseudofruto) é processado por indústrias para a obtenção do suco, polpa congelada, para fabricação de sucos, cajuínas e outras bebidas. O caju ainda é vendido como fruto de mesa (LEITÃO et al., 2011).

O Brasil produziu cerca de 120 mil toneladas de castanha e 1 milhão de toneladas de pedúnculos de caju em 2019 (IBGE, 2019). O pedúnculo de caju após a retirada da castanha, não é valorizado, estima-se que mais de 90% são desperdiçados. Entretanto, o aproveitamento nas agroindústrias representa apenas 20% da produção anual do pedúnculo no Nordeste. No processamento do pedúnculo na indústria de suco durante a prensagem gera como resíduo o bagaço de caju, que representa 20% em peso do pedúnculo (LEITÃO et al., 2011). O bagaço de caju devido a sua rápida biodegradação, geralmente é descartado ou doado devido ao alto custo de armazenamento e transporte que inviabiliza a venda do bagaço como ração (LEITÃO et al., 2011). O bagaço de caju é um resíduo gerado em grande quantidade, pode ser utilizado como biomassa na produção de biogás devido as suas características de elevada umidade e sólidos voláteis e alta biodegradabilidade (LEITÃO et al., 2011; SANTOS, 2019).

Em relação ao maracujá, o Brasil é o maior produtor e consumidor de maracujá do mundo, com 95% da produção nacional de maracujá sendo representado pelo maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) (JESUS et al., 2016). Em 2017, o país produziu 554 mil toneladas, sendo a região Nordeste a maior produtora nacional com 337 mil toneladas (IBGE, 2019). Cerca de 60% do maracujá é utilizado para consumo *in natura*, 40% na indústria de suco, principalmente para extração de polpa para fabricação de suco. Os subprodutos do processamento de maracujá amarelo oriundos da produção de suco são a casca e as sementes, que representam 40 a 60% da massa total do fruto (DEUS et al., 2014). Estes resíduos gerados também são descartados em aterros sanitários ou usados como ração animal, entretanto devido aos altos custos de armazenamento e transporte também são doados (SANTOS, 2019).

## **METODOLOGIA**

### **Obtenção dos resíduos**

As amostras *in natura* dos resíduos de casca maracujá (CM) e bagaço de laranja (BL)

foram obtidos de um mercado local localizado na cidade do Recife no Estado de Pernambuco. A amostra de bagaço de caju (BC) *in natura* foi obtida da Empresa Brasileira de Bebidas e Alimentos S.A., localizada no município de Aracati, no Estado do Ceará.

Antes da realização dos ensaios, o suco foi completamente extraído das frutas. Os resíduos (BL e CM) foram picados de modo manual em pedaços de aproximadamente 2x2cm. O resíduo de caju obtido da indústria de suco já veio processado, sem suco, na forma de bagaço (BC).

### Caracterização físico-química dos resíduos

Para a caracterização físico-química os resíduos foram levados a secagem em estufa a 65 °C até a estabilização da umidade. Os resíduos secos foram triturados em moinho de facas (tipo Willye, marca SPLabor), homogeneizados, peneirados (peneira de 32 mesh, 0,5 mm) e armazenados em temperatura ambiente (26 ±2 °C). Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas de potencial hidrogeniônico (pH), teor umidade, sólidos totais, sólidos voláteis, análise elementar de carbono (C), nitrogênio (N), lignina, hemicelulose e celulose (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo dos parâmetros de caracterização físico-química dos resíduos de frutas

Parâmetros	Equipamento	Metodologia
pH	pHmetro Digimed DM23	Potenciométrico
Umidade e ST (%)	Estufa Te-393/1-Mp	WHO (1978)
SV (%)	Mufla EDG 3000	SMEWW (1995)
C, N (%)	Carlo-Erba Instruments, modelo EA 1110	SMEWW (1995)
Celulose, hemicelulose e lignina	149- Tecnal	Van Soest (1994)

Fonte: Autores (2019)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Teor de umidade

Os resíduos de frutas estudados (BL, CM, BC) contém elevado teor de umidade, sendo favorável para digestão anaeróbia (Tabela 2).

**Tabela 1.** Teor de umidade e sólidos totais dos resíduos

Resíduos	Umidade (%)	Sólidos Totais (%)	Referências
	81	19	Este Estudo
<b>BL</b>	75	25	Calabro et al. (2016)
	87	13	Santos et al. (2022)

<b>CM</b>	81	19	Este estudo
	87	13	Zhao et al. (2016)
<b>BC</b>	71	29	Este estudo
	78	22	Prabhudessai et al. (2013)

Legenda: CM: Casca de maracujá; BL: Bagaço de laranja; BC: Bagaço de caju.

**Fonte:** Autores (2019)

A umidade é um parâmetro importante no processo de digestão anaeróbia, facilitando o contato dos micro-organismos com substrato e o transporte de nutrientes, além disso atua como agente condutor de enzimas e outros metabólitos para o processo (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008; REIS, 2012).

De acordo com a Tabela 2, vários autores encontraram valores similares de teor de umidade para os resíduos de frutas estudados (PRABHUDESSAI et al., 2013; CALABRÒ et al., 2016; SANTOS et al., 2022).

### Sólidos totais voláteis

Conforme a Tabela 3, os resíduos BC, CM e BC obtiveram alta percentagem de sólidos voláteis, indicando elevada fração orgânica, sendo favorável para utilização desses resíduos no processo de digestão anaeróbia.

**Tabela 2.** Teor de sólidos totais voláteis dos resíduos

Resíduos	Sólidos totais voláteis (%)	Referências
<b>BC</b>	95	Este Estudo
	96	Calabrò et al. (2016)
	94	Santos et al., (2022)
<b>CM</b>	94	Este estudo
	22	Zhao et al. (2016)
<b>BC</b>	96	Este estudo
	32	Antwi et al. (2017)

Legenda: CM: Casca de maracujá; BL: Bagaço de laranja; BC: Bagaço de caju.

**Fonte:** Autores (2019)

Os sólidos voláteis dos resíduos, variou de 90 a 96%, cujos valores estão próximos aos encontrados na literatura para resíduos de frutas. Valores inferiores de Sólidos Voláteis foram encontrados por Prabhudessai et al. (2013), Zhao et al. (2016) e Antwi et al. (2017) para bagaço de caju e casca de maracujá (Tabela 3).

## pH

O pH dos resíduos BC, CM e BL apresentou valor na faixa ácida (3,4 a 4,2), típico para resíduos de frutas (Tabela 4) não na faixa adequada para o processo. Conforme apresentado na Tabela x, alguns autores encontraram valores semelhantes de pH de 3,0 a 4,2 para os resíduos estudados. O pH é parâmetro essencial para a digestão anaeróbia, pois afeta diretamente a atividade dos micro-organismos acidogênicos e metanogênicos, reduzindo a produção de biogás.

**Tabela 3.** pH dos resíduos

Resíduos	pH	Referências
BL	4,0	Este Estudo
	4,1	Carvalho et al. (2017)
	3,7	Santos et al. (2022)
CM	3,7	Este estudo
	3,9	Deus et al. (2014)
BC	4,2	Este estudo
	4,2	Nikiema et al. (2020)

Legenda: CM: Casca de maracujá; BL: Bagaço de laranja; BC: Bagaço de caju.

**Fonte:** Autores (2019)

## Análise elementar

Os valores de carbono, nitrogênio, dos substratos (BL, CM e BC) apresentaram próximos do encontrado na literatura (Tabela 5).

**Tabela 4.** Análise elementar e relação C/N dos resíduos

Resíduos	C	N	C/N	Referências
BL	41	1,2	30	Este estudo
	44	0,8	58	Siles et al. (2016)
	41	1,2	34	Martin et al. (2010)
CM	39	0,8	52	Este estudo
	40	1,8	22	Zhao et al. (2016)
BC	46	1,6	28	Este estudo
	45	0,8	28	Alves et al. (2020)

Legenda: CM: Casca de maracujá; BL: Bagaço de laranja; BC: Bagaço de caju.

**Fonte:** Autores (2019)

O carbono, foi o elemento encontrado em maior concentração em BL, CM e BC, como era de se esperar em resíduos lignocelulósicos. Em termos de nitrogênio, os resíduos BL e BC obtiveram valores similares, enquanto o substrato MS apresentou valor inferior. a proporção adequada de macro e micronutrientes são um pré-requisito para estabilidade da digestão anaeróbia (FRN, 2013).

A relação C/N dos resíduos BL e BC estava dentro da faixa ideal (C/N de 20 a 30) para maior produção de metano em biodigestores (FORSTER-CARNEIRO et al., 2008). CM apresentou relação C/N (52) elevada, sendo desfavorável à digestão anaeróbia, devido a redução do metabolismo dos micro-organismos durante o processo, ocasionando redução na produção de metano.

### Análise de fibras

Os valores de hemicelulose, lignina e celulose para os substratos de bagaço de laranja, casca de maracujá e bagaço de caju estão próximos do encontrado na literatura (Tabela 6).

**Tabela 5.** Porcentagem de fibras dos resíduos

Resíduos	Lignina	Hemicelulose	Celulose	Referências
BL	1,35	6,6	15	Este Estudo
	2,81	26	10	Orozco et al. (2014)
	3,9	7,6	15	Ramos-Ibarra et al. (2017)
CM	4,9	12	25	Este estudo
	9,5	13	32	Zhao et al. (2016)
BC	35	16	12	Este estudo
	35	-	-	Serpa et al., (2020)

Legenda: CM: Casca de maracujá; BL: Bagaço de laranja; BC: Bagaço de caju.

**Fonte:** Autores (2019)

O substrato BC apresentou maior percentual de lignina (34%) e hemicelulose (16%), em relação aos outros resíduos, indicando que o resíduo é de difícil degradação. A lignina e a hemicelulose atuam como barreira física, dificultando a conversão da biomassa em açúcares fermentáveis (DOLLHOFER et al., 2015). Em relação à celulose, a CM apresentou o maior percentual (25,4%), quando comparada aos substratos BL e BC. A celulose, devido ao seu grau

de cristalização e polimerização, está entre os fatores que mais afetam a biodegradabilidade anaeróbia de substratos lignocelulósicos (ZHENG et al., 2014; DOLLHOFER et al., 2015).

Alguns autores relatam valores semelhantes de lignina (1,0 a 38%), hemicelulose (2 a 36%) e celulose (12 a 29%) para resíduos de frutas conforme mostrado na Tabela 6.

### **Caracterização dos resíduos e cálculo teórico do PBM**

A caracterização quantitativa e qualitativa é a primeira etapa para se determinar um projeto de valorização energética de resíduos em qualquer escala industrial. A partir destes dados básicos e da tecnologia a ser empregada é possível estimar a quantidade de energia gerada teoricamente via composição ou por testes laboratoriais. A vantagem do uso da composição do resíduo apenas para se determinar a Potencial de Bioquímico de Metano (PBM) é enorme visto que os testes em laboratório requerem aparatos experimentais e analíticos complexos, com custos elevados que podem ser impeditivos para alguns empreendimentos de menores porte. Já a composição do resíduo é mais barato e prático de se obter e geralmente já faz parte da rotina do controle de qualidade industrial, mesmo em empreendimentos menores.

A metodologia proposta por Edwiges et al. (2018) determina o PBM teórico a partir de dados de caracterização do resíduo.

Vários autores tem reportado valores de PBM a partir de testes laboratoriais tais como os apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7.** Valores e faixas de PBM reportados na literatura para os resíduos estudados

<b>Resíduos</b>	<b>PBM (NmLCH<sub>4</sub>/gSV)</b>	<b>Referência</b>
<b>BL</b>	360	Calabro e Panzera (2017)
	78-121	Santos et al. (2020)
	78-171	Santos et al. (2022)
<b>CM</b>	195	Zhao et al. (2016)
	78-115	Santos et al. (2020)
<b>BC</b>	64	Santos et al. (2020)
	47	Nikiema et al. (2020)

Legenda: CM: Casca de maracujá; BL: Bagaço de laranja; BC: Bagaço de caju.

**Fonte:** Autores (2019)

Esses dados obtidos na Tabela 7 assim como os calculados a partir da composição físico-química podem ser úteis no cálculo do potencial de geração máximo de metano possível pelo empreendimento a depender da geração quantitativa de resíduos do empreendimento, sendo a alternativa do cálculo teórico uma aproximação bastante confiável e prática (EDWIGES et al., 2018).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos de bagaço de laranja (BL), Casca de maracujá (CM) e bagaço de caju (BC), apresentam pH ácido, sendo desfavorável a digestão anaeróbia, sendo necessário o uso do inóculo anaeróbio (lodo de esgoto) e alcalinizante (bicarbonato) para serem utilizados como substratos na digestão anaeróbia para obtenção de biogás para fins energéticos. Os resíduos de frutas apresentaram elevado teor de umidade e sólidos voláteis, sendo favorável para digestão anaeróbia desses resíduos assim como boa disponibilidade de nutrientes (C, N) e relação C/N variando de 28 a 51. O bagaço de caju obteve teor de fibras (lignina, hemicelulose e celulose) elevado sendo considerado um resíduo de mais difícil degradação em comparação aos outros estudados (BL e CM), sendo necessário a utilização de algum tipo pré-tratamento (químico, físico, biológico) para sua utilização como substrato na digestão anaeróbia.

A caracterização físico-química é uma alternativa de obtenção do PBM teórico em contraponto aos testes PBM em escala de laboratório, com custo, velocidade de resposta menores mantendo elevada confiabilidade dos resultados para dimensionamento de projetos de valorização energética de resíduos da agroindústria.

## REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S.; ARAÚJO, M. L.; ALMEIDA, R. M. R. G. Uso do resíduo de laranja lima e da casca de coco verde na produção de enzimas. **Scientia Plena**, v. 11, n. 10, p. 1–8, 2015.
- ALVES, J. L.; TRINDADE, E. O. D.; DA SILVA, J. C.; MUMBACH, G.D., ALVES, R. F., BARBOSA, J. M.; SENA, R. F. D. Lignocellulosic residues from the Brazilian juice processing industry as novel sustainable sources for bioenergy production: preliminary assessment using physicochemical characteristics. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 31, p.1939-1948, 2020.
- ANTWI, E.; LEKCHIRI, S.; ENGLER, N.; LATRACHE, H.; NELLES, M.; SCHÜCH, A. **Agro waste management strategies in low income countries – future Perspectives to use waste as a Resource**. Proceedings Sardinia 2017 / Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 2017.
- CALABRÒ, P. S.; PONTONI, L.; PORQUEDDU, I.; GRECO, R.; PIROZZI, F.; MALPEI, F. Effect of the concentration of essential oil on orange peel waste biomethanization:

Preliminary batch results, **Waste Management**, Oxford, v. 48, p. 440- 447, 2015.

CALABRÒ, P.S.; PANZERA, M. F. Biomethane production tests on ensiled orange peel waste. **Thermal Science and Engineering Progress**, [s.l], v. 35, n. 1, p.130-136, 2017.

CARVALHO, A.; R. FRAGOSO, R.; J. GOMINHO, J.; E. DUARTE, E.; Effect of Minimizing d-Limonene Compound on Anaerobic Codigestion Feeding Mixtures to Improve Methane Yield. **Waste Biomass Valor**, [s.l], p. 1-9, 2017.

CUI, Y.; DONG, X.; TONG, J.; LIU, S. Degradation of Lignocellulosic Components in Un-pretreated Vinegar Residue Using an Artificially Constructed Fungal Consortium. **BioResources**, [s.l], v.10, n. 2, p. 3434-3450, 2015.

DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. **Biogas from Waste and Renewable Resources**. An Introduction. Wiley-VCH, 2008.

DEUS, G. I.; SILVA, M. S.; SOUZA, M. S.; SANTIAGO R. A. C.; LU, D. L. Efeitos da temperatura de secagem nos teores de compostos cianogênicos totais da casca de maracujá. **Alimentação humana**, [s.l], v. 20, n. 2, p. 67-74, 2014.

DO NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos através do Processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968–1987, 2015.

DOLLHOFER, V.; PODMIRSEG, S. M.; CALLAGHAN, T. M.; GRIFFITH, G. W.; FLIEGEROVÁ, K. Anaerobic Fungi and Their Potential for Biogas Production. **Biogas Science and Technology**, [s.l], v. 151, p. 41-61, 2015.

EDWIGES, T.; FRARE, L.; MAYER, B.; LINS, L.; TRIOLO, J. M.; FLOTATS, X.; COSTA, M. S. S. M. Influence of Chemical composition on biochemical methane potential of fruit and vegetable waste. **Waste Manag.** V. 71, p. 618-625, 2018.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (FRN). **Guia Prático do Biogás: Geração e Utilização**. 5ª edição, Gülzow, Alemanha, 2013.

FORSTER-CARNEIRO, T.; PÉREZ, M.; ROMERO, L. I. Anaerobic digestion of municipal solid wastes: Dry thermophilic performance. **Bioresource Technology**, Essex, v. 99, p. 8180-8184, 2008.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistêmico de produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 06 mai. 2019.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Nutrition**., Araraquara, v. 24, n. 1, 2013.

JESUS, O. N.; SOARES, T. L.; GIRARDI, E. A.; ROSA, R. C. R.; OLIVEIRA, E. J.; NETO, A. J. C.; SANTOS, V. T.; OLIVEIRA, J. R. P. Evaluation of intraspecific hybrids of yellow passion fruit in organic farming. **African Journal of Agricultural Research**, [s.l], v. 11. n.

24, p. 2129-2138, 2016.

LEITÃO, R. C.; CLAUDINO, R. L.; ALEXANDRE, L.C.; CASSALES, A. R.; PINTO, G. A. S.; SANTAELLA, S. T. **Produção do biogás a partir do bagaço de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011.

LIU, T. P. S. L.; PORTO, T. S.; MOREIRA, K. A.; TAKAKI, G. M. C.; BRANDÃO-COSTA, R.; HERCULANO, P.N.; PORTO, A. L. F. Tannase production by *Aspergillus* spp. UCP1284 using cashew bagasse under solid state fermentation. **African Journal of Microbiology Research**, [s.l.], v.10, n.16, p. 565-571, 2016.

LORA, E. E. S.; VENTURINI, O. J. **Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2012.

MEDEIROS, H. H. B. R. **Fracionamento do Óleo de Laranja utilizando um Sistema Híbrido de Evaporação**. 2014. 169 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

MARTÍN, M. A.; SILES, J. A.; CHICA, A.F.; MARTÍN, A. Biomethanization of orange peel waste. **Bioresource Technology**, Essex, v. 101, p. 8993–8999, 2010.

NIKIEMA, M.; SOMDA, M. K.; SAWADOGO, J. B.; DIANOU, D.; TRAORÉ, A.S.; OUATTARA, A. S. Valorization of Agricultural Waste: Theoretical Estimation and Experimental Biomethane Yield from Cashew Nut Hulls. **Journal of Sustainable Bioenergy Systems**, v. 10, n. 4, p. 113, 2020.

OROZCO, R. S.; HERNÁNDEZ, P. B.; MORALES, G. R.; NUÑEZ, F. U.; VILLAFUERTE, J. O.; LUGO, V. L.; RAMÍREZ, N. F.; DÍAZ, C. E.B.; VÁZQUEZ, P. C. Characterization of lignocellulosic fruit waste as an alternative feedstock for bioethanol production. **BioResource**, [s.l.], v. 9, p. 1873-1885, 2014.

PRABHUDESSAI, V.; GANGULY, A.; MUTNURI, S. Biochemical Methane Potential of Agro Wastes. **Journal of Energy**, v. 7, p. 1-8, 2013.

RAMOS-IBARRA, J. R.; MIRAMONTES, C.; ARIAS, A.; ARRIOLA, E.; GUATEMALA, G.; CORONA-GONZÁLEZ, R. I. Production of hydrolytic enzymes by solid-state fermentation with new fungal strains using orange by-products. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 19-31, 2017.

REIS, A. S. **Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru.

SANTOS, L. A. **Potencial de geração de biogás a partir de resíduos agroindustriais de frutas**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SANTOS, L. A.; VALENCA, R. B.; DA SILVA, L. C. S.; DE BARROS HOLANDA, S. H.; DA SILVA, A. F. V.; JUCÁ, J. F. T.; SANTOS, A. F. M. S. Methane generation potential through anaerobic digestion of fruit waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p.

120389, 2020.

SANTOS, L. A.; SILVA, T. H. L.; DE MELO OLIVEIRA, C. R., JUCÁ, J. F. T.; SANTOS, A. F. M. S. Silage as a pre-treatment of orange bagasse waste to increase the potential for methane generation. **Science of The Total Environment**, v. 823, p. 153613, 2022.

SERPA, F. J.; DE SOUSA SILVA, J.; REIS, C. L. B.; MICOLI, L.; SILVA, L. M. A.; CANUTO, K. M.; ROCHA, M. V. P. Extraction and characterization of lignins from cashew apple bagasse obtained by different treatments. **Biomass and Bioenergy**, v. 141, p.105728, 2020.

SIDDIQUE, M. N. I.; WAHID, Z. A. B. Achievements and perspectives of anaerobic co-digestion: A review. **Journal of cleaner production**, v. 194, p. 359-371, 2018.

SILES, J. A.; VARGAS, F.; GUTIÉRREZ, M.C.; CHICA, A. F.; MARTÍN, M. A. Integral valorisation of waste orange peel using combustion, biomethanisation and co-composting Technologies. **Bioresource Technology**, Essex, v. 211, p. 173-182, 2016.

SILVA, C. E. F. **Avaliação do potencial de uso de resíduos do processamento de frutas na produção de etanol 2G**. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; SHEL, M. S.; MUNIZ, E. P.; PROVETI, J. R. C.; PORTO, P. S. S. Secagem e Extração de Pectina do Albedo Da Casca de Laranja. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, p. 8–11, 2014.

SOUZA, O.; FISCHER, G. A. A.; SOUZA, E. L.; SELIN, N.; MARANGONI, C. Produção de biogás a partir de resíduo agrícola da bananicultura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAS, 3., 2013, São Pedro. **Anais [...]** São Pedro-SP, 2013. p. 5.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 19<sup>o</sup> edition, 1995. **APWA; AWWA; WPCF**, Washington.

STATISTA, **Global-top-producers-of-selected-fresh-fruit-worldwide**. 2022. Disponível em: Global leading producers of fresh fruit worldwide 2020 | Statista. Acesso em: 02 de jul de 2022.

TAGHIZADEH-ALISARAEIA, A.; HOSSEINIA, S. H.; GHOBADIANB, B.; MOTEVALIC, A. Biofuel production from citrus wastes: A feasibility study in Iran. **Renewable and Sustainable Energy**, [s.l.], v. 69, p. 1100-1112, 2017.

USDA- United States Department of Agriculture. **Citrus: World Markets and Trade**. Washington, 2019.

TYAGI, V. K.; FDEZ-GÜELFO, L. A.; ZHOU, Y.; ÁLVAREZ-GALLEGU, C. J.; GARCIA, L. I. R.; WUN, J. N.G. Anaerobic co-digestion of organic fraction of municipal solid waste (OFMSW): Progress and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 93, p. 380–399, 2018.

WHO - International Reference Center for Waste Disposal. **Methods of analysis of sewage sludge solid wastes and compost.** Suíça. 1978.

VALENTINO, F., GOTTARDO, M., MICOLUCCI, F., PAVAN, P., BOLZONELLA, D., ROSSETTI, S., & MAJONE, M. Organic fraction of municipal solid waste recovery by conversion into added-value polyhydroxyalkanoates and biogas. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 6, n. 12, p. 16375-16385, 2018.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press/Constock Publish, 1994. 476p.

ZHAO, C.; YAN, H.; LIU, Y.; HUANG, Y.; ZHANG, R.; CHEN, C.; LIU, G. Bio-energy conversion performance, biodegradability, and kinetic analysis of different fruit residues during discontinuous anaerobic digestion. **Waste Management**, Oxford, v. 52, p. 295–301, 2016.

ZHENG, Y.; ZHAO, J. J.; XU, F.; LI, Y. Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogás Production. **Progress in Energy and Combustion Science**, [s.l.], v. 42, p. 35-53, 2014.

## SORO DE LEITE CAPRINO COMO AGENTE ENCAPSULANTE POR LIOFILIZAÇÃO

Antonio Alef Pereira de Oliveira<sup>1</sup>; Layane Rosa da Silva<sup>2</sup>; Francisco de Assis Oliveira<sup>3</sup>; José Douglas Bernardino Domingos<sup>4</sup>; Camila Sampoio Mangolim<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.250-269>

### RESUMO

O presente trabalho apresenta a produção de um material de parede para o processo de microencapsulação por meio de liofilização, utilizando o soro do leite caprino como material de parede para revestir compostos com propriedades bioativas. Compostos bioativos são substâncias químicas presentes em plantas e frutas e são amplamente conhecidos por trazerem benefícios à saúde, podendo ser designados como alimentos funcionais por apresentarem propriedades funcionais. Entretanto, esses compostos bioativos são extremamente sensíveis a vários fatores no meio em que estão expostos. Um dos fatores que podem contribuir para a manutenção da viabilidade, é o agente encapsulante. Sendo assim, a encapsulação desses compostos surge como uma alternativa, bem como de fornecimento desses compostos em quantidades adequadas em vários períodos do ano. O soro utilizado foi colocado em recipientes de polipropileno com capacidade para 50 mL em cada frasco. Após acondicionados nos recipientes específicos, os frascos foram levados para o ultrafreezer e mantidos por 72h a -80°C. Passado essas horas, o material foi levado para o liofilizador por 48h, em ambiente climatizado e controlado. As condições de secagem por liofilização foram: pressão 40 nm Hg, temperatura de congelamento -55°C, temperatura do condensador 45°C e temperatura de trabalho em 18°C (Tw). O rendimento final foi de 800g de soro de leite caprino liofilizado. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é fornecer um estudo sobre o agente encapsulante de soro do leite caprino e seu meio de preparo como material de parede, bem como os parâmetros referentes à técnica de liofilização para obtenção desse encapsulante.

**Palavras-Chave:** Bioativos; liofilização; encapsulante; funcionais; material de parede

### ABSTRACT

The present work presents a production of a wall material for the microencapsulation process by means of lyophilization, using goat whey as a wall material to coat compounds with bioactive properties. Bioactive compounds are substances present in plants and fruits and are widely known to bring health benefits, and can be designated as functional functions because they have functional properties. These bioactive compounds are extremely varied, but many factors are not exposed. One of the factors that can contribute to the maintenance of viability is the encapsulating agent. Therefore, a composite encapsulation appears as an alternative, as well as several periods of the year. The serum used was placed in polypropylene containers with a capacity of 50 mL in each vial. After being placed in the specifics, the flasks were taken to the ultrafreezer and the recipient for 72h at 80°C. After these hours, the material was taken to the lyophilizer for 48 hours, in an acclimatized and controlled environment. The drying conditions for lyophilization were: pressure 40 nm Hg, freezing temperature -55°C, condenser temperature 45°C and working temperature at 18°C (Tw). The final yield was 800g of goat milk. In this context, the objective of this work is to provide a milk on the caprine whey encapsulating agent and its means of preparing this material as a milk wall, as well as the parameters of technical milk study. of lyophilization for encapsulating dessert.

**Keywords:** Bioactives; lyophilization; encapsulant; functional; wall materia

<sup>1</sup> Me. Em Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal da Paraíba, [antonio.alef@academico.ufpb.br](mailto:antonio.alef@academico.ufpb.br)

<sup>2</sup> Me. Em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, [layanerossa@gmail.com](mailto:layanerossa@gmail.com)

<sup>3</sup> Me. Em Ciência Animal, Universidade Federal da Paraíba, [thyncoiver@gmail.com](mailto:thyncoiver@gmail.com)

<sup>4</sup> Bacharelado em Nutrição, Universidade Federal de Campina Grande, [douglas94nc@gmail.com](mailto:douglas94nc@gmail.com)

<sup>5</sup> Professora Dra. Do Departamento PPGTA, Universidade Federal da Paraíba, [camilamangolim@gmail.com](mailto:camilamangolim@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o desenvolvimento de alimentos funcionais por meio da adição de compostos bioativos detém muitos desafios tecnológicos. Muitos compostos bioativos são altamente lipofílicos e, conseqüentemente, apresentam baixa solubilidade em água, o que faz com que sua adição na maioria dos alimentos seja dificultada. Além disso, a baixa solubilidade, também significa menor absorção no trato gastrointestinal e, por conseguinte, sua biodisponibilidade torna-se limitada. Assim, na indústria alimentar, tornou-se evidente a necessidade imediata no desenvolvimento de sistemas para proteger e liberar os compostos bioativos presentes nos alimentos funcionais (CHAMPAGNE; FUSTIER, 2007; DONSI et al., 2011).

Os compostos bioativos podem ser encontrados principalmente em frutas, vegetais, cereais, oleaginosas e óleos, como por exemplo, maçãs, frutas cítricas, uvas, cebolas, cenouras, tomates, alhos, feijões, cacau, soja, semente de gergelim, semente de algodão, amendoins, semente de mostarda, arroz, arroz selvagem, folhas de cevada e aveia, o termo compostos bioativos refere-se a um grupo de compostos produzidos pelas plantas, os quais exibem significativas propriedades biológicas, como, atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e anti-tumoral, com grande potencial de exploração nas indústrias farmacêuticas, alimentícias e químicas. Estes compostos variam muito em termos de estrutura e função química (KRISHERTON et al. 2002; SECOLIN, 2014).

Pensando em uma alternativa promissora para aumentar a estabilidade dos compostos bioativos e preservar sua atividade antioxidante, a técnica de microencapsulação vem sendo amplamente desenvolvida. A microencapsulação é um método no qual substâncias bioativas são cobertas por ou incorporadas em um material de parede (revestimento, matriz, encapsulante ou transportador). Com a encapsulação, o composto ativo pode ser protegido de fatores ambientais destrutivos, liberado de forma controlada ou solubilizado. Fatores decisivos para uma encapsulação bem sucedida são: o processo de encapsulação em si e os fatores físico-químicos intrínsecos da matriz encapsulante e do composto ativo, os quais determinam sua combinação ótima. Um encapsulante adequado é escolhido com base no processo utilizado, tipo de composto ativo, custo, estabilidade durante o armazenamento, restrições legais e religiosas e funcionalidade na aplicação final (PARAMERA, KONTELES e KARATHANOS, 2011).

Na indústria de alimentos, várias técnicas são aplicadas na encapsulação de ingredientes sensíveis a fatores diversos, como: *spray drying*, *spray cooling/chilling*, extrusão, inclusão molecular, liofilização, entre outros (TOLUN, ALTINTAS e ARTIK, 2016). A escolha da

melhor técnica leva em consideração aplicações específicas e parâmetros como tamanho de partícula, morfologia, custo do processo, etc. A técnica de microencapsulação é uma opção promissora para a estabilização de pigmentos, onde os compostos sensíveis são encapsulados por um material de revestimento ou parede protegendo de fatores que possam vir a causar sua deterioração pela luz, oxigênio entre outros. A necessidade de proteção ao meio ambiente tem gerado a busca por um maior aproveitamento das matérias-primas agrícolas e seus resíduos. No Brasil, em razão da intensa atividade agrícola, é gerada uma grande quantidade de resíduos da agroindústria, que podem possuir alto valor agregado. Dos vários materiais que têm sido utilizados como agentes encapsulante já relatados em pesquisas desenvolvidas, a goma arábica é a que mais se destaca. Entretanto, cápsulas de goma arábica apresentam uma limitada barreira à oxidação, pois atuam como uma membrana semipermeável e sua permeabilidade ao oxigênio é um fator preponderante na vida útil do material encapsulado (GHARSALLAOUI et al., 2007).

Além do tradicional emprego do soro de leite na elaboração de bebidas lácteas (ALMEIDA; BONASSI; ROÇA, 2001; SIVIERI; OLIVEIRA, 2002; PENNA; OLIVEIRA; TAMIME, 2003; MAGENIS et al., 2006; CUNHA et al., 2008; CASTRO et al., 2009a; CASTRO et al., 2009b; CUNHA et al., 2009), novas e interessantes aplicações para o soro têm sido desenvolvidas. Um exemplo é o uso de proteínas do soro como encapsulantes ou coadjuvantes de encapsulação de componentes bioativos e funcionais como óleos essenciais, ômega-3 e microrganismos probióticos (SMITHERS, 2008).

Proteínas do soro de leite, na forma de concentrado ou isolado, têm sido utilizadas na microencapsulação de probióticos (GUERIN; VUILLEMARD; SUBIRADE, 2003; PICOT; LACROIX, 2004; REID et al., 2005; REID et al., 2007; RODRÍGUEZ-HUEZO et al., 2007; GBASSI et al., 2009). Alguns trabalhos também empregaram soro doce concentrado e permeado de soro (PIMENTEL-GONZÁLEZ et al., 2009; RIVEROS et al., 2009).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é fornecer um estudo sobre o agente encapsulante de soro do leite caprino e seu meio de preparo como material de parede, bem como os parâmetros referentes à técnica de liofilização para obtenção desse encapsulante.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Soro do leite caprino**

O soro de leite é o principal subproduto da indústria de laticínios, sendo obtido a partir do líquido resultante após a precipitação da gordura e das caseínas do leite durante a fabricação de queijos, é um subproduto das queijarias, possui alto valor nutricional e até pouco tempo era

rejeitado, tornando-se um resíduo de elevado impacto ambiental quando eliminado no ambiente, principalmente em cursos de água. Esse desperdício vem sendo gradualmente reduzido na indústria, onde tem sido utilizado na composição de produtos alimentícios diversos, inclusive na elaboração de compostos lácteos, líquidos ou em pó, geralmente com preços mais acessíveis e atualmente vem sendo estudo como material de parede para microencapsulação de compostos bioativos, devido sua alta compatibilidade com o material do núcleo, evitando assim a degradação das propriedades funcionais, apresentando na sua composição uma mistura de lactose, minerais e proteínas globulares, com locais específicos de ligação ao cálcio, que favorece a formarem géis e microcápsulas sem o uso de tratamento térmico severo e qualquer produto químico (KRUNIC et al., 2018).

Segundo Madrona et al. (2009) no Brasil, porém, esse aproveitamento é dedicado quase exclusivamente ao leite bovino. O leite caprino, já de baixa aceitabilidade por boa parcela da população devido ao sabor peculiar, transmite essa característica ao soro, um produto de gosto ácido e normalmente inaceitável para consumo direto. Alternativas para contornar esse problema são possíveis por meio de misturas e incorporações de outros ingredientes que conduzam a um novo produto, preferencialmente aproveitando as disponibilidades e produções locais, a substituição de parte do leite pelo soro de queijo significa para a indústria diminuição nos custos de fabricação e uma forma racional de aproveitamento deste produto secundário, que apresenta excelente valor nutritivo.

Sem contar, que o soro apresenta elevado valor nutricional, uma vez que retém cerca de 55% dos nutrientes do leite (LEITE et al., 2012). É composto por água, lactose, proteínas, gorduras e sais minerais, especialmente o cálcio (PESCUMA et al., 2010), além de ácido láctico, ácido cítrico, compostos nitrogenados não proteicos e vitaminas do complexo B (DRAGONE et al., 2009). Por apresentar estes nutrientes, uma das alternativas de aproveitamento do mesmo é na utilização como material de parede encapsulante e para formulação de bebidas lácteas, contudo, segundo Magalhães et al. (2011) no Brasil, cerca de 50% do soro decorrente da produção de queijos ainda não é aproveitado devido ao grande volume produzido, ocasionando desperdício nutricional, perda financeira e impactos ambientais relevantes.

Sendo que, as Bactérias do Ácido Láctico são conhecidas pelo seu potencial em produzir compostos antimicrobianos, amplamente aplicados na indústria de alimentos, tais como as bacteriocinas (GARCI et al., 2006).

As principais características que tornam as proteínas de soro de leite interessantes para

aplicação como material de parede na elaboração de micropartículas são as propriedades funcionais como: a solubilidade, capacidade emulsificante, estabilidade das emulsões, e capacidade de formação de micropartículas. Além das propriedades encapsulantes, as proteínas do soro são uma excelente fonte de aminoácidos essenciais, favorecendo assim a sua aplicabilidade (ABBASI et al., 2014). As encapsulações com proteína do leite têm grande potencialidade na produção de probióticos micro encapsulados. Diversos autores mostraram a eficiência de microencapsulação de probióticos em soro de leite, vale destacar o trabalho desenvolvido por KIM et al. (2017), que encapsularam *Lactobacillus acidophilus* por gelificação iônica com extrusão eletrostática, sendo que o material encapsulado apresentou maior sobrevivência em armazenamento refrigerado e condições gastrointestinais in vitro. *Lactobacillus reuteri* microencapsulado em soro de leite a 20% apresentou taxa de sobrevivência de 32% em comparação com as não encapsuladas, quando expostas ao suco gástrico artificial (JANTZEN; GÖPEL; BEERMANN, 2013). *L. acidophilus* LA- 25 5 microencapsulado em soro de leite e aplicado em iogurte teve sua estabilidade confirmada por 10 semanas de estocagem (WANG et al., 2017).

O soro representa uma excelente fonte de proteínas funcionais (SMITHERS, 2008). As proteínas do soro correspondem a 20% das proteínas do leite e as principais são a  $\beta$ -lactoglobulina (56-60%),  $\alpha$ -lactoalbumina (18-24%), soroalbumina bovina (6-12%) e imunoglobulinas (6-12%) (MORR; HÁ, 1993) (Tabela 1). Do ponto de vista aminoacídico (aminoácidos essenciais), as proteínas de soro apresentam quase todos os aminoácidos essenciais em excesso às recomendações, exceto pelos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina) que não aparecem em excesso, mas atendem às recomendações para todas as idades. Além disso, apresentam elevadas concentrações dos aminoácidos triptofano, cisteína, leucina, isoleucina e lisina (SGARBIERI, 2004).

**Tabela 01.** Principais proteínas encontradas no soro de leite.

PROTEÍNAS				
	$\beta$ - Lg*	$\alpha$ - La*	Soroalbumina	Imunoglobulinas
Concentração (g/L)	2,0-4,0	0,6-1,7	0,4	0,4-1,0
Ponto isoelétrico	5,2	4,2-4,5	4,7-4,9	5,5-8,3
Peso molecular (Da)	18.300	14.200	66.300	80.000-90.000

$\beta$ - Lg =  $\beta$ -lactoglobulina;  $\alpha$ - La =  $\alpha$ -lactoalbumina.

**Fonte:** Morr e Há (1993); Ordóñez et al. (2005).

A qualidade nutricional de uma proteína é comumente expressa pelos seguintes parâmetros: índice de aminoácidos corrigidos para digestibilidade protéica (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score, PDCAAS); relação de eficiência protéica (Protein Efficiency Ratio, PER); e valor biológico (Biological Value, BV). As proteínas do soro apresentam dois desses índices (PER e BV) mais elevados do que as caseínas e comparáveis à proteína do ovo (Tabela 2) e, portanto, são consideradas altamente digeríveis e absorvidas pelo organismo humano (SGARBIERI, 2004). Devido ao seu elevado valor biológico são necessários apenas 14,5 gramas de proteínas do soro por dia para satisfazer as necessidades diárias protéicas, em comparação com 17,4 gramas de proteína do ovo (LAGRANGE; DALLAS, 1997).

**Tabela 02.** Valores de qualidade nutricional de algumas proteínas.

PROTEÍNA	PDCAAS <sup>1</sup>	PER <sup>2</sup>	BV <sup>3</sup>
Proteínas do soro	1,00	3,2	100
Ovo inteiro	1,00	3,8	88-100
Caseínas	1,00	2,5	80
Concentrado de proteína de soja	0,99	2,2	70
Proteína da carne	0,92	2,9	80

1. Obtido pela comparação da composição de aminoácidos essenciais da proteína sendo avaliada com um padrão de referência estabelecido pela FAO/WHO, considerada a digestibilidade protéica.

2. Relação entre ganho de peso e proteína consumida por animais em crescimento, sob condições padrão.

3. Representa aquela fração de proteína que, absorvida pelo organismo, é retida para manutenção e crescimento.

**Fonte:** Antunes (2003).

Além das propriedades nutricionais, as proteínas do soro apresentam propriedades funcionais tecnológicas de grande interesse para a indústria de alimentos, como a solubilidade em ampla faixa de pH, a alta capacidade de retenção de água e as propriedades emulsificantes (CHATTERTON et al., 2006). Atribuem-se também às proteínas do soro de leite propriedades funcionais fisiológicas, como atividades anti-câncer, hipocolesterolêmica, anti-inflamatória, de proteção e reparo das células entéricas, ação imunomoduladora, antiulcerogênica, anti-hipertensiva e benefício à atividade esportiva (McINTOSH, 1998; MORENO, 2002; ROSANELI, 2002; COSTA, 2004; SGARBIERI, 2004).

Soro e produtos de soro têm sido empregados com sucesso na indústria de alimentos, sendo que o valor nutricional e o custo razoável são fatores chave que estimulam essa utilização

(LIU et al., 2005). Pode ser utilizado na elaboração de produtos dietéticos, nos quais age como substituto de gordura, em produtos de panificação, confeitaria, cárneos, sopas, molhos para salada, alimentos infantis, bebidas para atletas, dietas enterais e em produtos lácteos (ANTUNES; CAZETTO; BOLINI, 2004; BRANS, 2004; MENEZES, 2011).

Mesmo com as evoluções tecnológicas para a transformação do soro em outros produtos com valores agregados, sua utilização ou descarte ainda é um problema na indústria de laticínios (FERCHICHI et al., 2005; PANESAR et al., 2007). Países como Estados Unidos, Austrália, Canadá e Nova Zelândia e nações da União Européia processam este subproduto reconhecendo-o como ingrediente funcional e agregando valor à linha de produção da indústria láctea (SILVA; BOLINI, 2006).

### **Compostos bioativos**

Um composto bioativo pode ser definido como uma substância que possui um efeito benéfico sobre um organismo vivo, tecido ou célula. Apresentando diversas características terapêuticas, como por exemplo, a diminuição da ocorrência de algumas enfermidades degenerativas tais como câncer e diabetes, a diminuição dos elementos de risco de enfermidades cardiovasculares, demonstram igualmente, atividade antioxidante, antialérgicos, anti inflamatório, antimicrobiano entre outros. Estudos estão sendo executados no mundo inteiro para averiguar o valor nutritivo das frutas. O reconhecimento dos atributos físico-químicos e a quantificação dos compostos bioativos são de benefício para adicionar qualidade nutricional e valor ao produto final (MARTINS et al., 2011; SOUZA et al., 2012).

Os mais relevantes compostos bioativos são as vitaminas e os metabólitos secundários (DEMBITSKY et al., 2011). Os metabólitos secundários podem ser definidos como compostos orgânicos que, ainda que não estejam prontamente conectado ao crescimento e desenvolvimento vegetal, demonstram relevante papel no resguardo das plantas contra herbívoros, infecção por microrganismos patogênicos e tem ação atrativa (odor, cor e sabor) para animais polinizadores. Compreendem compostos fenólicos, terpenos e compostos nitrogenados (AZMIR et al., 2013). Todavia, o organismo humano não possui a capacidade de sintetizar os compostos bioativos, desse modo a fonte desses é proveniente da dieta alimentar com vegetais (ROCHA, 2011). Pesquisas reafirmam que a existência de compostos fenólicos concede as frutas características antioxidantes, antienzimáticas e antimicrobianas, e sua ingestão tem sido coligado à diminuição do risco de diversas enfermidades (RAO e RAO, 2007; BASTOS et al., 2015; PAZ et al., 2015).

### **Microencapsulação**

A tecnologia de microencapsulação foi definida por Todd (1970) como o empacotamento com finas coberturas poliméricas de sólidos, líquidos ou material gasoso, dando origem a microcápsulas que podem liberar seus conteúdos a taxas controladas sob influência de condições específicas (ANAL; STEVENS, 2005; KAILASAPATHY; MASONDOLE, 2005; ANAL; STEVENS; REMUÑÁN-LÓPEZ, 2006). Arshady (1993) descreveu as microcápsulas como embalagens extremamente pequenas, compostas por um polímero como material de parede e um material ativo chamado de núcleo. O diâmetro e a forma podem variar de acordo com o agente encapsulante e método utilizados (FAVARO-TRINDADE; GROSSO, 2003; ANAL; SINGH, 2007).

O processo de microencapsulamento com soro de leite apresenta-se como uma técnica em que compostos bioativos sensíveis são encapsulados por um material de revestimento ou parede, protegendo de fatores que possam causar a sua deterioração, tais como a luz e oxigênio. Também contribui para o aumento da vida útil dos compostos e controla sua liberação no meio. Inúmeros materiais de parede podem ser utilizados no processo de microencapsulamento, porém os mais comumente utilizados são as maltodextrinas, as quais são provenientes de hidrolisados de amido, altamente solúveis em água, com baixa viscosidade, sabor agradável e apresentam soluções incolores (ESTUPIÑAN et al., 2011).

Durante o processo de microencapsulação, o revestimento criado no composto encapsulado pode ocorrer pelas técnicas de coacervação, co-cristalização, inclusão molecular, secagem por pulverização (ou spray drying), spray chilling, extrusão e secagem em leito fluidizado, liofilização; sendo que a escolha da técnica dependerá do tipo de material a ser microencapsulado, aplicação final e mecanismo de liberação (LE et al., 2019). A técnica por liofilização tem sido uma alternativa de encapsulado mais utilizado, devido funcionar em baixas temperaturas, a frio, evitando a degradação dos compostos bioativos que são sensíveis a elevadas temperaturas.

Diferentes materiais podem ser utilizados como material de revestimento, incluindo gelatina (LI et al., 2009), alginato de sódio (MANDAL; PUNIYA; SINGH, 2006), amidos (YING et al., 2010), maltodextrina (REDDY; ISHWARYA; ANANDHARAMAKRISHNAN, 2019) e proteínas de soro de leite (YING et al., 2010), sendo este um material de baixo custo e de segurança em alimentos (GBASSI et al., 2009; WANG et al., 2017).

A morfologia da microcápsula obtida, depende de como é o material do núcleo, e do

processo de deposição do material de revestimento (SAIFULLAH et al., 2019). O material a ser encapsulado pode ser puro ou uma mistura, sendo denominado como material ativo ou núcleo, enquanto que o material que forma a cápsula é chamado de material de revestimento ou de parede, carreador ou agente encapsulante (FANG; BHANDARI, 2010). Normalmente, as microcápsulas apresentam forma esférica, com diâmetro compreendido entre 1,0 e 5000  $\mu\text{m}$ , porém o tamanho, a forma, e a estrutura das microcápsulas dependem dos materiais empregados como agentes encapsulantes e do método empregado na produção (FANG; BHANDARI, 2012). No entanto, o composto a ser encapsulado geralmente permanece no núcleo da cápsula cercado pelo agente de encapsulação ou disperso em uma matriz contendo o agente de encapsulação.

Alguns tipos de microcápsulas podem ter mais de um agente encapsulante, construindo paredes diferentes com diferentes propriedades químicas e físicas. Os diferentes tipos de micropartículas são produzidos a partir de uma ampla gama de agentes encapsulantes e por grande número de processos de microencapsulação (ESTEVINHO et al., 2013).

Tendo em vista isso, as encapsulações com material feitos com soro do leite caprino teriam grande potencialidade na produção de microencapsulados.

### **Liofilização**

A liofilização é uma técnica baseada na desidratação de um produto congelado por sublimação, sendo realizado, primeiramente, um congelamento rápido do produto seguido da sublimação do gelo sob vácuo (AZEREDO, 2005).

Assim, a água passa do estado sólido diretamente para o gasoso, necessitando estar na região de temperatura abaixo do ponto triplo. Na Figura 1, é possível observar o diagrama de fases da água e seu ponto triplo, que acontece a 639,95 Pa e 273,15 K. Essa técnica destaca-se dentre as demais usadas na microencapsulação pela aplicação de baixas temperaturas, o que propicia a preservação do núcleo.

Nesse método, ocorre um enrijecimento da estrutura pelo congelamento da superfície do material, na qual ocorre a sublimação, que é útil para prevenir colapsos da matriz sólida após a secagem. O efeito é a formação de um poro que é facilmente reidratado com água. A proliferação das bactérias não fica viável no material seco, entretanto elas não são exterminadas por este tipo de secagem. Como não há água no meio, as atividades das enzimas são inativadas após a secagem, e as reações químicas oxidativas ou não-oxidativas ocorrem em baixa quantidade, trazendo resultados bastante satisfatórios (BOSS, 2004).

O processo de liofilização pode ser dividido em três etapas: congelamento rápido, secagem primária e secagem secundária. O congelamento rápido é essencial para as etapas seguintes, visto que ocorre a formação e distribuição dos tamanhos dos poros, que influenciam na qualidade do material. Na secagem primária, ocorre a sublimação e na secagem secundária, ocorre a remoção da umidade sublimada (JAYARAMAN; GUPTA,1995).

A liofilização pode ser realizada em aparelho tipo bandeja, multibatelada, túnel, Vacuum-Spray Freeze Dryers, contínuo e por micro-ondas. A escolha será de acordo com o material. Esse processo é extremamente utilizado em fármacos (vacinas, antibióticos), materiais biológicos e alimentos (carnes, café, sopa, leite), cujas propriedades organolépticas são importantes e devem ser conservadas. A desvantagem desse processo é o alto custo, mas que pode ser contornado pela falta de manuseio específico e estocagem do produto em local refrigerado, principalmente se ele contiver alto valor agregado (BOSS, 2004).

### **Materiais de Parede**

Os materiais de parede utilizados como encapsulantes na liofilização podem ser vários: goma arábica, ágar, alginato e carragena; os carboidratos amido, amidos modificados, soro de leite, dextrinas e sacarose; as celuloses carboximetilcelulose, acetilcelulose, nitrocelulose; os lipídios parafina, mono e diacilgliceróis, óleos e gorduras; os materiais inorgânicos sulfato de cálcio e silicatos; as proteínas do glúten, caseína, gelatina e albumina (FAVARO-TRINTADE; PINHO; ROCHA, 2008).

O material encapsulante deve apresentar algumas características como: boas propriedades reológicas a altas concentrações e facilidade de manuseio durante o processo; habilidade para dispersar ou emulsificar o material ativo e estabilizar a emulsão produzida; não reatividade com o material a ser encapsulado tanto durante o processo como durante o armazenamento prolongado; envolver e reter o material ativo dentro de sua estrutura durante o processo e armazenamento; liberar completamente o solvente ou outros materiais usados durante a encapsulação através da secagem ou de outras operações de remoção do solvente; promover máxima proteção do material ativo contra condições ambientais (oxigênio, calor, luz, umidade); solubilidade em solventes aceitáveis na indústria de alimentos (como água e etanol); baixo custo e uso permitido em alimentos (food-grade status) (DESAI; PARK, 2005).

### **Microencapsulação em soro de leite**

Além das conhecidas propriedades de emulsificação, geleificação e formação de filme

das proteínas do soro, suas propriedades microencapsulantes têm sido investigadas e reportadas, focalizando principalmente no método de spray drying para obtenção de microcápsulas (LEE; ROSENBERG, 2000; GHARSALLAOUI et al., 2007). Entre os biopolímeros utilizados como agentes de cobertura, as proteínas do soro surgem como candidatos potenciais, pois são completamente biodegradáveis e amplamente utilizadas em muitos tipos de alimentos (GBASSI et al., 2009).

Proteínas do soro, na forma de WPC ou WPI, têm sido usadas com sucesso como agentes encapsulantes ou coadjuvantes na microencapsulação de probióticos (GUERIN; VUILLEMARD; SUBIRADE, 2003; PICOT; LACROIX, 2004; REID et al., 2005; REID et al., 2007; RODRÍGUEZ-HUEZO et al., 2007; GBASSI et al., 2009; WEINBRECK; BODNÁR; MARCO, 2010; RODRIGUES et al., 2011a; RODRIGUES et al., 2011b). Com relação ao emprego de soro líquido, Pimentel-gonzález et al. (2009) microencapsularam *L. rhamnosus* pelo método de emulsificação utilizando soro doce concentrado. O soro mostrou-se como um agente emulsificante eficiente, sendo que os 40 probióticos microencapsulados apresentaram maior resistência às condições gastrointestinais simuladas, possivelmente devido ao fato do soro atuar como um agente tamponante.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada no laboratório de pesquisas do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal da Paraíba, no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias- PPGTA/UFPB/CCHSA, em parceria com o laboratório de Tecnologia de Leite e Derivados e no laboratório de análises físicas-químicas, ambos do CCHSA/UFPB. Para obtermos o soro do leite caprino, se fez necessário realizar o processamento de um tipo de queijo caprino tipo petit-suisse, o leite caprino foi oriundo de uma fazenda local da cidade de Bananeiras-PB, da qual é produtora de produtos com leite caprino. Com os 7% de soro obtidos, utilizamos 3L para o preparo do material de parede encapsulante. O soro utilizado foi colocado em recipientes de polipropileno com capacidade para 50 mL em cada frasco. Após acondicionados nos recipientes específicos, os frascos foram levados para o ultrafreezer e mantidos por 72h a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Passado essas horas, o material foi levado para o liofilizador por 48h, em ambiente climatizado e controlado. As condições de secagem por liofilização foram: pressão 40 nm Hg, temperatura de congelamento  $-55^{\circ}\text{C}$ , temperatura do condensador  $45^{\circ}\text{C}$  e temperatura de trabalho em  $18^{\circ}\text{C}$  ( $T_w$ ). O rendimento final foi de 800g de soro de leite caprino liofilizado. Depois o material liofilizado foi mantido em

armazenamento, ultrafreezer de modelo MDF-U33V-PA, Panasonic, temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$ , para que posteriormente possa ser utilizado como um material de revestimento ou de parede microencapsulante.

**Figura 01:** Soro de leite caprino obtido após processamento do queijo caprino topo petit-suisse.



**Fonte:** Própria (2022).

**Figura 02:** Soro de leite caprino em recipientes de polipropileno com capacidade para 50 mL



**Fonte:** Própria (2022).

**Figura 03:** Soro do leite caprino retirado do ultrafreezer acondicionado nas bandejas do liofilizador.



**Fonte:** Própria (2022).

**Figura 4:** A esquerda soro de leite caprino não liofilizado, e a direita soro de leite caprino liofilizado após 48h.



Fonte: Própria (2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao meio de armazenamento do encapsulante. O congelamento está entre os métodos mais populares e eficientes de preservação de alimentos (KIANI; SUN, 2011). Dessa maneira o material de parede liofilizado foi armazenado em um ultrafreezer a  $-80^{\circ}\text{C}$ , do qual é capaz de inibir qualquer reação enzimática, e destinado ao acondicionamento de amostras sensíveis a decomposição durante o armazenamento, podendo assim permanecer por um longo período de tempo. Essa etapa se fez necessária pois segundo Dempsey e Bansal (2012), o congelamento lento (convencional) produz grandes cristais de gelo, desenvolvem-se através das paredes das células, permitindo que ocorra a entrada de oxigênio, ocasionando rancidez aumentando o risco de gotejamento avançado no descongelamento, ocasionando a formação de cristais de gelo maiores e a distribuição desigual no tecido alimentar que podem romper irreversivelmente a estrutura celular, causando alterações nas propriedades sensoriais e perda de nutrientes (ZHU; ZHOU; SUN, 2019). Já o congelamento rápido em temperaturas muito baixas garante a qualidade nutricional, bem como o sabor e a textura dos alimentos, devido à formação de pequenos e uniformes cristais de gelo, para isso taxas de congelamento ultra-altas podem ser obtidas usando nitrogênio líquido (STINCO et al., 2013).

Haiying, Shaozhi e Guanguiming (2007), avaliaram as propriedades relevantes de congelamento de quatro tipos de vegetais, cogumelo, couve-flor verde, feijão-marinho e vagem de ervilha e o estudo demonstrou que o congelamento mais rápido produziria cristais de gelo menores, o que traria menos danos às microestruturas. Portanto, o congelamento rápido é necessário para manter a qualidade dos alimentos, uma vez que produz pequenos cristais de gelo (DEMPSEY; BANSAL, 2012; HAIYING; SHAOZHI; GUANGUIMING, 2007; ZHU;

Kono et al. (2017), verificaram que o congelamento rápido tem influência significativa

na superfície do filé de salmão, e um número de pequenos cristais de gelo com uma pequena área de proporção dentro da camada superficial foi observado em amostras congeladas rapidamente, ao contrário dos grandes cristais de gelo com uma grande proporção entre as amostras congeladas normais. Com relação a liofilização que é um método que envolve a desidratação do material congelado sob um processo de sublimação a vácuo. É uma técnica comumente usada para preservar principalmente bactérias probióticas, uma vez que promove menor estresse às células e resulta em fermentos com maior viabilidade. (Martín et al., 2015; Martins et al., 2019; Silva et al., 2014). Entretanto, entre as técnicas de secagem possíveis, a secagem por spray dryer é uma das predominantes na indústria de laticínios para desidratação de produtos lácteos. Esse processo consiste na remoção parcial da água contida no produto, viabilizando o armazenamento, conservação por períodos mais longos e redução de custos logísticos (Schuck et al., 2012). Apesar disso, a desvantagem é que a temperatura usada no processo pode não ser adequada para encapsular culturas bacterianas probióticas, ocasionando perdas funcionais, Martín et al. (2015). A fim de superar esta característica e melhorar as condições durante a secagem, vários métodos vem sendo estudados e desenvolvidos, normalmente, usando temperaturas mais baixas (Liu et al., 2017). Como por exemplo a liofilização que é uma técnica baseada na desidratação de um produto congelado por sublimação, sendo realizado, primeiramente, um congelamento rápido do produto seguido da sublimação do gelo sob vácuo (AZEREDO, 2005). Essa técnica destaca-se dentre as demais usadas na microencapsulação pela aplicação de baixas temperaturas, o que propicia a preservação do núcleo. Outro ponto positivo para utilizar a liofilização é que, como as bactérias probióticas são sensíveis ao calor, a utilização do processo de liofilização apresenta como principal vantagem a estabilidade das bactérias probióticas, as quais permanecem viáveis após este processo. Além disso, as atividades das enzimas são inativadas porque não há água no meio e as reações químicas oxidativas ou não-oxidativas ocorrem em pequena quantidade, trazendo um resultado satisfatório (BOSS, 2004). Outra vantagem são as mínimas perdas de nutrientes e a rápida reidratação do produto seco. Por este motivo, mostra-se aplicável à indústria de alimentos já que proporciona a obtenção de produtos de alto valor agregado (CELESTINO, 2010). Com relação a escolha do material a ser utilizado como agente encapsulante deve-se considerar uma série de fatores, destacando-se propriedades físicas e químicas de compatibilidade destes em relação ao material a ser encapsulado. Em especial, a temperatura de transição vítrea do encapsulante, a superfície do núcleo encapsulado e fatores econômicos devem ser estudados (Martín et al., 2015; Rodrigues et al., 2020). Os encapsulantes devem

atender ainda aos seguintes requisitos: boas propriedades de formação de filme; baixa higroscopicidade; baixa viscosidade a altas concentrações de sólidos (menor que 0,5 Pa.s em concentrações superiores a 45%); sabor e odor suaves; fácil reconstituição; e baixo custo (Food Ingredients Brasil, 2013). Segundo Dianawati; Mishra; Shah (2015) vários materiais de encapsulamento preparados a partir de carboidratos (álcoois de açúcar, açúcares, polissacarídeos, hidrocoloides) ou proteínas (à base de leite ou soro do leite) ou diversas combinações têm sido estudados, para verificar sua eficácia na proteção de bactérias probióticas. As proteínas do soro do leite são geralmente consideradas materiais adequados para microencapsulamento em aplicações alimentares, especialmente em alimentos líquidos e semi-sólidos. Possuem a vantagem de desenvolver matrizes de tamanhos controlados, sem qualquer efeito adverso no sabor dos alimentos (Abd El-Salam & El-Shibiny, 2015). Além disso, podem apresentar efeitos estabilizadores desejáveis na textura dos alimentos. Essa proteína do soro de leite é empregado como agente encapsulante, devido principalmente a suas propriedades gelificantes e emulsificantes e formação de filme, tornando-se interessante na microencapsulação (CORTI et al., 2017; RAJAM & ANANDHARAMAKRISHNAN, 2015).

O isolado proteico do soro de leite é um ingrediente nutricional amplamente utilizado na indústria de alimentos, esse ingrediente possui uma excelente atividade de superfície devido à sua composição mista de  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbumina, albumina de soro e outras proteínas, como a caseína (KLEIN et al. 2010). O uso combinado de proteínas com derivados de amido, pode ser uma outra alternativa de encapsulante, como por exemplo a maltodextrina, além de ter baixo custo possui baixa higroscopicidade, evitando a aglomeração de partículas, o que pode ser interessante para melhorar as propriedades da superfície necessárias para alcançar uma microencapsulação mais eficaz (Corti et al., 2017).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O soro de leite é o principal subproduto da indústria de laticínios, é um subproduto das queijarias, possui alto valor nutricional e até pouco tempo era rejeitado, tornando-se um resíduo de elevado impacto ambiental quando eliminado no ambiente. Esse desperdício vem sendo gradualmente reduzido na indústria, onde tem sido utilizado na composição de produtos alimentícios diversos, e atualmente vem sendo utilizado como material de parede para microencapsulação de compostos bioativos, devido sua alta compatibilidade com o material do núcleo, evitando assim a degradação das propriedades funcionais. Os parâmetros de secagem estabelecidos por liofilização se torna viável, pois as bactérias probióticas são sensíveis ao calor, e a utilização do processo por liofilização se resume por congelamento, sublimação e

dessorção, em ambiente a 18°C e com a unidade condensadora a -55°C apresenta como principal vantagem a estabilidade das bactérias probióticas, as quais permanecem viáveis após este processo. Porém, atrelado ao alto custo, está a alta qualidade do alimento produzido. O produto que se deseja conservar apresenta, no fim do processo, características que não seriam possíveis de serem alcançadas com outras técnicas (FELLOEWS,2000). Diante disso, este estudo apresentou uma técnica para obtenção de um material de parede encapsulante do qual poderá servir como um microencapsulante de compostos bioativos desde que apresentem compatibilidade com o material do núcleo.

## REFERÊNCIAS

ABBASI, A. et al. Stability of vitamin D3 encapsulated in nanoparticles of whey protein isolate. *Food Chemistry*, v. 143, p. 379–383, 2014.

Abd El-Salam, M. H., & El-Shibiny, S. (2015). Preparation and properties of milk proteins-based encapsulated probiotics: a review. *Dairy Science and Technology*, 95(4), 393–412. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0223-8>.

ANAL, A. K.; SINGH, H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends in Food Science & Technology*, v.18, p. 240–251, 2007.

ANTUNES, A.E.C.; CAZETTO, T.F.; BOLINI, H.M.A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. *Alimentos e Nutrição*, v.15, p.107-114, 2004.

ANTUNES, A.J. Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino. São Paulo: Manole, 2003. 135p.

AZEREDO, H. M. C. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. *Alimentos e Nutrição*, v. 16, n. 1, p. 89-97, 2005.

BOSS, E. A. (2004). Modelagem e otimização do processo de liofilização: aplicação para leite desnatado e café solúvel.107f. Tese (Doutorado). Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia Química, São Paulo.

BOSS, E. A. Modelagem e Otimização do Processo de Liofilização: Aplicação para Leite Desnatado e Café Solúvel. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CELESTINO, S. M. C. (2010). Princípios de Secagem de Alimentos. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. p. 33-46.

CHAMPAGNE C.P.; FUSTIER P. Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. *Current Opinion in Biotechnology*, v.18, p.184-190, 2007.

CHATTERTON, D.E.W.; SMITHERS, G.; ROUPAS, P.; BRODKORB, A. Bioactivity of  $\beta$ -lactoglobulin and  $\alpha$ -lactalbumin - Technological implications for processing. *International Dairy Journal*, v.16, p. 229–1240, 2006.

CORTI, D., Bittencourt, P. R. S., & Drunkler, D. A. Use of milk protein and maltodextrin in the microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus*: a model approach. *Acta Scientiarum. Technology*, v.39, p.573-577, 2017.

DESAI, K. G. H.; PARK, H. J. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Drying Technology*, v. 23, p. 1361-1394, 2005.

DRAGONE, G. et al. Characterization of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. *Food Chemistry*, v. 112, n. 4, p. 929-935, 2009.

ESTEVINHO, B. N. et al. Microencapsulation with chitosan by spray drying for industry applications - A review. *Trends in Food Science and Technology*, v. 31, n. 2, p. 138– 155, 2013.

FANG, Z.; BHANDARI, B. Comparing the efficiency of protein and maltodextrin on spray drying of bayberry juice. *Food Research International*, v. 48, n. 2, p. 478–483, 2012.

FERCHICHI, M.; CRABBE, E.; GIL, G.H.; HINTZ, W.; ALMADIDY, A. Influence of initial pH on hydrogen production from cheese whey. *Journal of Biotechnology*, v. 120, p. 402-409, 2005.

GARCI, B. E.; GUERRERO-LEGARRETA, I.; REGALADO, C. Effect of *Lactococcus lactis* UQ2 and its bacteriocin on *Listeria monocytogenes* biofilms. *Food Control*, v. 19, p. 670–680, 2008.

GBASSI, G. K. et al. Microencapsulation of *Lactobacillus plantarum* spp in an alginate matrix coated with whey proteins. *International Journal of Food Microbiology*, v. 129, n. 1, p. 103–105, 2009.

GHARSALLAOUI, A., ROUDAUT, G., CHAMBIN, O., VOILLEY, A., SAUREL, R. Applications of spray drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Research International*, v. 40, p. 1107–1121, 2007.

GUERIN, D.; VUILLEMARD, J. C.; SUBIRADE, M. Protection of bifidobacterias encapsulated in polysaccharide-protein gel beads against gastric juice and bile. *Journal of Food Protection*, v. 66, p. 2076–2084, 2003.

JAYARAMAN, K. S.; GUPTA, D. K. Drying of Fruits and Vegetable. In: MUJUMDAR, A. S. *Handbook of Industrial Drying*. Nova York: Marcel Dekker, p. 643-665, 1995.

KIM, J. U. et al. Encapsulation of probiotic *Lactobacillus acidophilus* by ionic gelation with electrostatic extrusion for enhancement of survival under simulated gastric conditions and during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 52, n. 2, p. 519–530, 2017.

KLEIN, M., Aserin, A., Svitov, I., & Garti, N. Enhanced stabilization of cloudy emulsions with gum Arabic and whey protein isolate. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v.77, p.75-81, 2010.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K.D.; BONANOME, A.; COVAL, S.M.; BINKOSKI, A.E.; HILPERT, K. F.; GRIEL, A.E.; ETHERTON, T.D. Bioactive Compounds in Foods: Their Role in the Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. *The American Journal of Medicine*, v. 113, p. 71S-88S, 2002.

KRUNIC, T. et al. of *Whey to Quality of Food Products*. [s.l.] Elsevier Inc., 2018.  
LAGRANGE, V.; DALLAS, P. *Produtos de soro dos EUA: disponibilidade, recursos tecnológicos, aplicações*. *Engenharia de alimentos*, n.15, p.27-29, 1997.

LE, N. T. T. et al. Evaluation of factors affecting antimicrobial activity of bacteriocin from *Lactobacillus plantarum* microencapsulated in alginate-gelatin capsules and its application on pork meat as a bio-preservative. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 16, n. 6, 2019.

LEITE, M. T. et al. Canonical analysis technique as an approach to determine optimal conditions for lactic acid production by *Lactobacillus helveticus*. *International Journal of Chemical Engineering*, v. 2012, Article ID 303874, 9 p., 2012. doi: 10.1155/2012/303874.

Liu, H., Cui, S. W., Chen, M., Li, Y., Liang, R., Xu, F., & Zhong, F. (2017). Protective approaches and mechanisms of microencapsulation to the survival of probiotic bacteria during processing, storage and gastrointestinal digestion: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(17), 2863–2878. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1377684>.

LIU, X.; CHUNG, Y. K.; YANG, S. T.; YOUSEF, A. E. Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *Process Biochemistry*, v. 40, p. 13–24, 2005.

Madrona, G.S.; Zotarelli, M.F.; Bergamasco, R.; Branco, I. G. Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade sensorial do doce de leite pastoso. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.29, n.4, p.826-833, 2009.

MAGALHÃES, K. T. et al. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. *Food Chemistry*, v. 126, n. 1, p. 249-253, 2011.

MANDAL, S.; PUNIYA, A. K.; SINGH, K. Effect of alginate concentrations on survival of microencapsulated *Lactobacillus casei* NCDC-298. *International Dairy Journal*, v. 16, n. 10, p. 1190–1195, 2006.

Martins, E., Cnossen, D. C., Silva, C. R. J., Cezarino, J. C., Nero, L. A., Perrone, I. T., & Carvalho, A. F. (2019). Determination of ideal water activity and powder temperature after spray drying to reduce *Lactococcus lactis* cell viability loss. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 6013–6022. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16297>.

McINTOSH, G.H. et al. Whey proteins as functional food ingredients? *International Dairy Journal*, v. 8, p. 425-434, 1998.

MORR, C. V.; HÁ, E. Y. W. Whey Protein Concentrates and Isolates: Processing and Functional Properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.33, p.431-476, 1993.

PARAMERA, E. I.; KONTELES, S. J.; KARATHANOS, V. T. Stability and release properties of curcumin encapsulated in *Saccharomyces cerevisiae*, beta-cyclodextrin and modified starch. **Food Chemistry**, v. 125, p.

PESCUMA, M. et al. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, v. 141, n. 1-2, p. 73-81, 2010.

REDDY, M. N. P.; ISHWARYA, S. P.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Nanoencapsulation of roasted coffee bean oil in whey protein wall system through nanospray drying. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 43, n. 3, p. 1– 8, 2019.

RODRÍGUEZ-HUEZO, M.E.; DURÁN-LUGO, R.; PRADOBARRAGÁN, L.A.; CRUZ-SOSA, F.; LOBATO-CALLEROS, C.; ALVAREZ-RAMÍREZ, J.; VERNON-CARTER, E.J. Pre-selection of protective colloids for enhanced viability of *Bifidobacterium bifidum* following spray-drying and storage, and evaluation of aguamiel as thermoprotective prebiotic. *Food Research International*, v.40, p.1299–1306, 2007.

SAIFULLAH, M. et al. Micro and nano encapsulation, retention and controlled release of flavor and aroma compounds: A critical review. *Trends in Food Science and Technology*, v. 86, n. September 2018, p. 230–251, 2019.

Schuck, P., Dolivet, A., Méjean, S., Hervé, C., & Jeantet, R. (2012). Spray drying of dairy bacteria: New opportunities to improve the viability of bacteria powders. *International Dairy Journal*, 31(1), 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2012.01.006>.

SGARBIERI, V.C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. *Revista de Nutrição*, v.17, p. 397-409, 2004.

SHAH, N.P. Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*, v.17, p.1262–1277, 2007.

SILVA, K.; BOLINI, H.M.A. Avaliação sensorial de sorvete formulado com produto de soro ácido de leite bovino. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, p. 116-122, 2006.

SMITHERS, G.W. Whey and whey proteins - From „gutter-to-gold“. *International Dairy Journal*, v. 18, p. 695– 704, 2008.

TOLUN, A.; ALTINTAS, Z.; ARTIK, N. Microencapsulation of grape polyphenols using maltodextrin and gum arabic as two alternative coating materials: Development and characterization. **Journal of Biotechnology**, v. 239, p. 23-33, 2016.

WANG, Q. et al. UV–Vis and ATR–FTIR spectroscopic investigations of postmortem interval based on the changes in rabbit plasma. *PLoS ONE*, v. 12, n. 7, p. 1–16, 2017.

YING, D. Y. et al. Microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* GG Powders: Relationship of Powder Physical Properties to Probiotic Survival during Storage. *Journal of Food Science*, v. 75, n. 9, 2010.

## ESTUDO DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOIS SUPERIORES POR LEVEDURAS EM “LOW WINES” DE MELÃO AMARELO

### ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOLES SUPERIORES POR LEVADURAS EN “VINOS BAJOS” DE MELÓN AMARILLO

### STUDY OF THE PRODUCTION OF HIGHER ALCOHOLS BY YEAST IN “LOW WINES” OF YELLOW MELON

Tiago José da Silva Coelho<sup>1</sup>; Gilsandro Alves da Costa<sup>2</sup>; Fernando Almeida Santos<sup>3</sup> Robson Rogério Pessoa Coelho<sup>4</sup>; Solange de Sousa<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.270-286>

#### RESUMO

A cadeia produtiva do melão tem importância econômica e alimentar para o semiárido brasileiro. No entanto, às exigências para atender os padrões de exportação, associada as condições de cultivo, contribuem para os excedentes da produção, que podem ser utilizados para elaboração de aguardentes como alternativa para redução do desperdício no campo. Porém, deve-se atentar para produção dos álcoois superiores, um produto do metabolismo das leveduras, influenciado pelo pH, nitrogênio, e tipo de cepa. Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho estudar a produção de álcoois superiores por duas leveduras em “low wines” de melão amarelo, obtidos de mostos adicionados de fosfato de amônio e pH corrigido. Os álcoois superiores foram determinados por meio da reação colorimétrica com o p-dimetilaminobenzaldeído (DMAB), seguido da acidificação da amostra com ácido sulfúrico concentrado. Determinou-se à concentração desses álcoois por meio da construção de curvas padrão de solução analítica de álcoois superiores 1:1 (água / etanol). A levedura CA-11 produziu “low wines” com menores teores de álcool superior em mosto suplementado com fosfato de amônio sem correção do pH. Ao passo que a levedura de panificação contribuiu para os maiores valores de etanol no mosto com pH corrigido. A correção do pH do mosto influenciou o comportamento das leveduras, e apresentou maiores valores de álcoois superiores para a levedura CA-11, comparada com a levedura de panificação, demonstrando que a correção do pH para levedura CA-11 contribuiu para o aumento dos álcoois superiores na fermentação. Com isso, conclui-se que a levedura CA-11 é indicada para produção de destilado de melão, por apresentar menores teores de álcoois superiores em mosto fermentado com fosfato de amônio, sem correção do pH.

**Palavras-Chave:** Fosfato de amônio, p-dimetilaminobenzaldeído, pH, melão.

#### RESUMEN

La cadena productiva del melón tiene importancia económica y alimentaria para el semiárido brasileño. Sin embargo, los requisitos para cumplir con los estándares de exportación, asociados a las condiciones de cultivo, contribuyen a los excedentes de producción, que pueden ser utilizados para elaborar aguardientes como una alternativa para reducir los desperdicios en el campo. Sin embargo, se debe prestar atención a la producción de alcoholes superiores, producto del metabolismo de la levadura, influenciado por el pH, el nitrógeno y el tipo de cepa. En vista de lo anterior, el objetivo de este trabajo fue estudiar la producción de alcoholes superiores por dos levaduras en “vinos bajos” de melón amarillo, obtenidos a partir de mostos adicionados con fosfato amónico y pH corregido. Los alcoholes superiores se determinaron por reacción colorimétrica con p-dimetilaminobenzaldeído (DMAB), seguida de acidificación de la muestra con ácido sulfúrico concentrado. La concentración de estos alcoholes se determinó mediante la construcción de curvas estándar de solución analítica de alcoholes superiores 1:1 (agua/etanol). La levadura CA-11 produjo “vinos bajos” con niveles más bajos de alcohol más alto en

<sup>1</sup> Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal da Paraíba, [tjcoelho23@gmail.com](mailto:tjcoelho23@gmail.com).

<sup>2</sup> Professor Dr., Universidade Federal da Paraíba, [gilsandrocosta@cchsa.ufpb.br](mailto:gilsandrocosta@cchsa.ufpb.br)

<sup>3</sup> Professor Dr., Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, [fernandoasantos7@gmail.com](mailto:fernandoasantos7@gmail.com)

<sup>4</sup> Professor Dr., Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [robcoe@bol.com.br](mailto:robcoe@bol.com.br)

<sup>5</sup> Professora Dra., Universidade Federal da Paraíba, [solange\\_ufpb@yahoo.com.br](mailto:solange_ufpb@yahoo.com.br)

mosto suplementado con fosfato de amonio sin corrección de pH. Mientras que la levadura de panadería contribuyó a los mayores valores de etanol en el mosto con pH corregido. La corrección del pH del mosto influyó en el comportamiento de las levaduras, y presentó valores superiores de alcoholes superiores para la levadura CA-11, en comparación con la levadura de panadería, demostrando que la corrección del pH para la levadura CA-11 contribuyó al aumento de alcoholes superiores en fermentación. Así, se concluye que la levadura CA-11 es indicada para la elaboración de destilado de melón, ya que presenta menores niveles de alcoholes superiores en mosto fermentado con fosfato de amonio, sin corrección de pH.

**Palabras clave:** Fosfato de amonio, p-dimetilaminobenzaldehído, pH, melón.

## ABSTRACT

The melon production chain has economic and food importance for the Brazilian semi-arid region. However, the requirements to meet export standards, associated with cultivation conditions, contribute to production surpluses, which can be used to make brandies as an alternative to reduce waste in the field. However, attention should be paid to the production of higher alcohols, a product of yeast metabolism, influenced by pH, nitrogen, and strain type. In view of the above, the objective of this work was to study the production of higher alcohols by two yeasts in yellow melon "low wines", obtained from musts added with ammonium phosphate and corrected pH. Higher alcohols were determined by colorimetric reaction with p-dimethylaminobenzaldehyde (DMAB), followed by acidification of the sample with concentrated sulfuric acid. The concentration of these alcohols was determined by means of the construction of standard curves of analytical solution of higher alcohols 1:1 (water / ethanol). The CA-11 yeast produced "low wines" with lower levels of higher alcohol in must supplemented with ammonium phosphate without pH correction. While the baker's yeast contributed to the highest ethanol values in the must with pH corrected. The correction of the must pH influenced the behavior of the yeasts, and presented higher values of higher alcohols for the CA-11 yeast, compared to the baker's yeast, demonstrating that the pH correction for the CA-11 yeast contributed to the increase of alcohols superior in fermentation. Thus, it is concluded that the CA-11 yeast is indicated for the production of melon distillate, as it has lower levels of higher alcohols in must fermented with ammonium phosphate, without pH correction.

**Keywords:** Ammonium phosphate, p-dimethylaminobenzaldehyde, pH, melon.

## INTRODUÇÃO

A produção brasileira de melão encontra-se 95% na região Nordeste do país, com produção de frutos com excelente qualidade e competitividade de mercado, devido às condições edafoclimáticas favoráveis da região, e ao seu ciclo produtivo curto de 60 dias, o que possibilita três safras anuais, quando comparado a países como Espanha e França que possuem ciclo produtivo de 120 dias para essa cultura (Figueirêdo et al., 2017).

Por outro lado, a exigência dos mercados exportadores por produtos de alta qualidade elimina os frutos deformados, muito grandes, ou muito pequenos, sendo rejeitado aproximadamente 20% da produção, onde só na Costa Rica, os frutos rejeitados representam um total de 10.000 toneladas, neste que é um dos maiores exportadores de melão do mundo (Vaillant et al., 2005), e podem ser utilizados para elaboração de aguardentes como alternativa para redução do desperdício no campo.

As aguardentes de frutas são bebidas bastante populares em todo o mundo, sendo um produto elaborado exclusivamente a partir da fermentação alcoólica, seguido da destilação da fruta carnuda ou mostos fermentáveis dessas frutas (Hernandez-Gómez et al., 2003; Soufleros

et al., 2004; Sliwinska et al., 2015), e segundo Coelho (2018), pode ser obtida da parte polposa de frutos maduros como o melão, para o aproveitamento dos excedentes da cadeia produtiva do melão.

Porém, um aspecto importante na elaboração das aguardentes de frutas são os álcoois superiores ou “óleo fúsel” oriundos do metabolismo das leveduras durante a fermentação do mosto. São responsáveis pelas características sensoriais dos destilados em geral, e apresentam quantidade variante entre os tipos de aguardentes, o que constitui em excesso um problema de qualidade das bebidas destiladas, afetando o conforto de beber, devido os seus efeitos aromáticos (Pereira et al., 2003; De La Fuente Blanco et al., 2016).

A análise dos *low wines* é importante para controlar os excessos de álcoois superiores em destilados de frutas, estimar o corte das frações do destilado, e com isso garantir a segurança do consumidor. Segundo Ficagna (2005), o *low wine* é o produto principal do vinho submetido ao processo de destilação, e constitui de uma mistura hidroalcoólica e outros compostos voláteis do vinho, sendo classificado em flegma de baixo grau e flegma de alto grau, segundo a sua graduação alcoólica.

Diversos autores estudaram a formação de álcoois superiores e associaram sua produção como uma característica das leveduras em geral, mas a quantidade produzida depende das condições de fermentação, da cepa utilizada, o gênero, a espécie e a ocorrência de micro-organismos contaminantes (Cardoso, 2006; Medeiros et al., 2012).

Silva et al. (2006), afirmaram que a adição de nitrogênio na fermentação alcoólica é benéfica para uma maior produção de etanol, possuindo efeito sobre a minimização da produção de contaminantes secundários, principalmente os álcoois superiores. Outro fator intrínseco de influência na formação dos álcoois superiores é o pH do mosto. Para Ribeiro (2016), a produção de álcoois superiores pode aumentar até 80% em um pH com faixa de 3,0 e 3,5, quando comparado a mostos com pH entre 4,0 e 5,0.

Portanto, a concentração de álcoois superiores pode ser afetada pela eficiência de absorção da taxa de utilização de nitrogênio adicionado ao mosto, do tipo de levedura utilizada, e da correção do pH, reduzindo a sua formação (Janzanti, 2004; Beltran et al., 2005; Alcarde, 2017). Com isso, objetivou-se com o trabalho, estudar a produção de álcoois superiores por duas leveduras em “*low wines*” de melão amarelo, obtidos de mostos adicionados de fosfato de amônio e pH corrigido.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O melão amarelo, também conhecido como melão espanhol, variedade botânica

*Inodorus Naud*, apresenta característica de rusticidade, ausência de aroma, casca firme e espessa, não-climatérico, boa conservação pós-colheita, e constitui mais de 70% da área plantada de melão no Brasil (Silva Neto et al., 2016).

No entanto, em 2015 as perdas na produção de melão chegaram a 37%, um total de sete mil hectares de melão, e 195 mil toneladas que foram desperdiçados, ou simplesmente jogados ao lixo, não sabendo ao certo em qual parte da cadeia ocorreu esse desperdício (Freire, 2017; Ohde, 2017). A agroindustrialização do melão para elaboração de aguardentes surge como alternativa de redução do desperdício de refugos, e agrega valor às bebidas regionais, sendo necessário à adaptação do processo produtivo para a matéria-prima utilizada (Betta et al., 2015).

O melão é uma matéria-prima rica em potássio, um mineral de bastante importância para o desenvolvimento celular de leveduras durante o processo de fermentação, participando do processo glicolítico como ativador enzimático. Esse mineral, segundo Suomalainem e Oora (1971), possui o dobro de exigência de absorção durante o metabolismo anaeróbico da levedura, quando comparado ao seu metabolismo aeróbico

No Brasil, a aguardente de fruta é a bebida com graduação alcoólica de trinta e seis a cinquenta e quatro por cento em volume de álcool, a vinte graus Celsius, obtida de destilado alcoólico simples de fruta, ou pela destilação de mosto fermentado de fruta, preparada por meio de processo tecnológico adequado (Brasil, 2011).

A destilação é um processo de separação de substâncias de diferentes graus de volatilidade presentes em um meio líquido, através da vaporização dos compostos voláteis, e recolhimento destes mediante a condensação dos vapores por resfriamento (Alcarde, 2017). O processo de destilação pode ser dividido em destilação descontínua ou intermitente realizada na maior parte em alambiques de cobre, e destilação sistemática ou contínua realizada em colunas de destilação em aço inox e/ou parte de cobre. Nas destilações em que se utiliza alambiques, o processo pode ser classificado em monodestilação, bidestilação e redestilação, sendo a coleta dos destilados divididos em frações denominadas de “cabeça”, “coração” e “cauda” (Nogueira e Venturini Filho, 2005; Silva et al., 2020).

*Low wine* ou flegma é o destilado obtido da monodestilação completa do vinho até 5% em v/v, e corresponde a primeira destilação do processo de bidestilação, tendo como objetivo recuperar todo o álcool produzido pelas leveduras no processo. Na segunda etapa da bidestilação, o flegma é destilado novamente, e recuperado entre 1 e 2% do volume útil da caldeira para “cabeça”, até 60% de etanol para o “coração”, e abaixo 60% para a fração de “cauda” até esgotamento do etanol (Alcarde et al., 2012; Silva et al., 2020).

Hernandez-Gómez et al. (2005), justificaram a utilização do melão como fonte de açúcar

na fermentação, seguido da destilação, para produzir aguardente de fruta, como sendo uma alternativa para solucionar o problema dos excedentes de produção, de forma a reduzir o desperdício. A adição moderada ou alta de nitrogênio no mosto pode impactar fortemente as concentrações finais de álcoois superiores no vinho, por meio da relação inversa do nitrogênio com esses álcoois superiores (Vilanova et al., 2012).

Já Briones et al. (2012), encontraram elevados teores de álcoois superiores em aguardente de melão “pele de sapo” quando utilizaram como substrato a polpa mais suco, sem casca. Lara (2007), avaliou o emprego de enzimas e de fontes de nitrogênio na redução da formação de álcoois superiores em aguardente de banana. Nessa mesma linha, Zhong et al. (2019), utilizaram fosfato de amônio 200 mg / L como suplemento nitrogenado para redução de álcool superior em vinho de arroz chinês, obtendo efeito satisfatório.

Os principais álcoois superiores de interesses em aguardentes de frutas são o isoamílico, isobutílico e 1-propanol. A biossíntese desses álcoois envolve a descarboxilação de  $\alpha$ -cetoácidos resultantes de aminoácidos presentes no mosto para formar aldeídos, seguida por uma redução dos aldeídos aos seus álcoois superiores correspondentes (Procópio et al., 2011).

Segundo Alvarenga et al. (2013), a presença de materiais porosos durante a fermentação de mosto de frutas funciona como fonte de  $O_2$ , e possibilita o acesso do oxigênio do ar ao mesmo, contribuindo para produção de álcoois superiores. Outros fatores intrínsecos e extrínsecos como a composição do meio, a temperatura de fermentação, o nível de aeração, o conteúdo e o tipo de nitrogênio disponível e a linhagem da levedura influenciam a quantidade de álcoois superiores em aguardentes, estando o oxigênio ligado a taxa de crescimento das leveduras e a síntese desses álcoois (Janzanti, 2004; Ficagna, 2005; Silva et al. 2009; Alcarde et al., 2012).

A importância dos álcoois superiores vai além de suas características odoríficas, engloba uma ação solvente sobre outras substâncias aromáticas, e interfere em seus coeficientes de atividade. Logo, elevadas concentrações desses álcoois afetam as características de odor dos compostos voláteis de agradáveis para extremamente desagradáveis (Moreira et al., 2012; Silva et al., 2020), além de prejudicar o valor comercial e a qualidade das bebidas alcoólicas (Medeiros et al., 2012).

Esse problema deve-se ser controlado durante a fermentação, ou através do corte do “*low wine*” com aumento da fração de “cabeça” onde contém significativamente metanol, aldeídos e álcoois superiores. Em contrapartida, um corte excessivo dessa fração reduz os ésteres importantes para o aroma das bebidas alcoólicas, e o rendimento da fração de “coração”, onde apresenta o equilíbrio desejado para os compostos voláteis das aguardentes. O mesmo

pode ser observado para a fração de “cauda ou água fraca” que contém ácidos voláteis e parte dos álcoois superiores (Gonçalves, 2015; Ribeiro, 2016).

A permissão para comercializar uma bebida mais “encorpada”, elevou o limite máximo para álcoois superiores de 300 para 360 mg 100 mL<sup>-1</sup> de álcool etílico anidro (Barcelos et al., 2007). Vale ressaltar que elevadas concentrações de álcoois superiores em bebidas destiladas acima de 400 mg / L, podem afetar adversamente a qualidade do produto final (Chaves López et al., 2004).

Quanto mais demorada a fermentação, maior é a produção de álcoois superiores, promovida pela atividade fraca do fermento, ocasionando lentidão no processo fermentativo (Giudici et al., 1990; Souza et al., 2009; Targino, 2009). Segundo Léauté (1990), citado por Barcelos et al. (2007), a produção de álcool superior em bebida depende grandemente da quantidade e viabilidade do inóculo. O teor alcoólico final do vinho, o pH do mosto, o armazenamento prolongado da matéria-prima, o tempo e a temperatura de fermentação também são fatores que influenciam no teor de álcoois superiores (Souza et al., 2009).

## **METODOLOGIA**

### **Matéria-prima e Local da pesquisa**

A matéria-prima utilizada foi o melão amarelo (*Cucumis melo L.* var. valenciano) adquirida na Central de Abastecimento do Rio Grande do Norte / CEASA / RN. Utilizaram-se oito melões com pesos médios de 1,369 kg, estado de maturação médio de 8 °Brix. O experimento foi conduzido no Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças, da Escola Agrícola de Jundiáí, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no município de Macaíba, latitude 05°51'30'' e longitude 35°21'14'', Rio Grande do Norte, Brasil.

### **Extração do suco e preparo do mosto**

#### **Extração do suco**

Os melões foram lavados com água e sanitizados em solução de 50 ppm de hipoclorito de sódio a 2,5% por 15 minutos. Foram retiradas as extremidades, cortados no sentido do ápice para base do fruto, retirada as sementes, descascados manualmente com o auxílio de facas de inox devidamente afiadas, e a polpa cortada em cubos de aproximadamente 5 cm<sup>2</sup>. O suco foi extraído por liquidificação da polpa sem casca, sem sementes, utilizado um liquidificador tipo industrial de inox capacidade 3 litros, marca Poli, previamente higienizado com álcool 70 °GL; filtrado em filtro de feltro de composição 100% poliéster, gramatura 190 g / m<sup>2</sup>, prensado, e coletado em becker de 4 litros.

### Preparo do mosto

O suco foi corrigido e padronizado quanto aos teores de sólidos solúveis totais (SST), pH e nutrientes. Os SST foram corrigidos para 12 °Brix utilizando sacarose comercial pelo processo de chaptalização. A correção do pH foi realizada com solução de ácido cítrico P.A. a 30% até pH 5,0, conforme Bessa et al. (2018). O mosto foi acondicionado em garrafas de vidro de 500 mL, pasteurizado a 80 °C por 20 minutos em banho-maria, resfriado em banho de gelo por 20 minutos, etiquetado, e armazenado em refrigerador vertical a 5 °C, conforme adaptado de Martins et al. (2015). Os mostos com e sem correção do pH, exceto o testemunha, foram suplementados com 200 mg / L de fosfato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), conforme Zhong et al. (2019), no momento da inoculação do fermento.

### Preparo do fermento

Para inoculação do fermento foram utilizados 4 g / L de leveduras, quantidade mínima necessária para ocorrer um processo eficiente de fermentação, segundo Bessa et al. (2018). Pesou-se 1,2 g de leveduras de panificação da marca *Dr.Oetker*®, e 1,2 g de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* da UFLA CA-11 em balança semianalítica, modelo AL 500C. As leveduras foram ativadas em 30 mL de suco de melão diluído a 4 °Brix por 60 minutos, correspondendo a 10% do volume de mosto a ser fermentado, e inoculado separadamente em 300 mL de mosto a 12 °Brix.

### Fermentação do mosto

O processo de fermentação foi realizado em biorreatores de vidro, capacidade de 500 mL, acoplado de mangueira de silicone imersa em um tubo Falcon de 50 mL contendo 30 mL de água destilada para receber o gás carbônico gerado no processo, e evitar a entrada de oxigênio ao meio, como mostrado na Figura 1. A fermentação foi conduzida em temperatura ambiente (25 °C), e a temperatura medida com auxílio de um termômetro digital de infravermelho, marca Benetech, modelo gm320, precisão ± 1,5 °C.

**Figura 1.** Biorreator utilizado no processo de fermentação do mosto de melão amarelo.

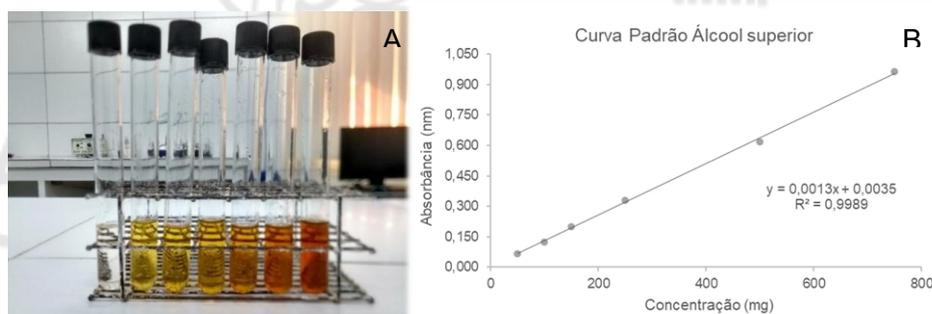


Fonte: Própria (2021)

### **Determinação dos álcoois superiores**

Os álcoois superiores foram determinados por meio da reação colorimétrica (Figura 2A) com o p-dimetilaminobenzaldeído (DMAB) adicionado, seguido da acidificação da amostra com ácido sulfúrico concentrado, conforme adaptação utilizada: a partir de uma solução padrão de 5.000 mg de álcoois superiores dissolvidos em 100 mL de solução (1:1 água / etanol), mediram-se alíquotas de 100, 200, 300, 500, 1.000 e 1.500 microlitros em balões volumétricos de 10 mL, e completou-se o volume com etanol 50%. Utilizou-se 50 microlitros de solução de etanol 50% diluído em 10 mL de água destilada como branco. Adicionou-se 1.000 microlitros da amostra, 500 microlitros do reagente DMAB a 1% e 5.000 microlitros de ácido sulfúrico em tubos de ensaio de tamanho 16 x 100 milímetros com tampa rosqueada, agitou-se manualmente, e resfriou-se em banho de gelo por 3 minutos. Aqueceram-se os tubos em banho-maria por 20 minutos, e resfriou-os em banho de gelo por mais 5 minutos. As medições da intensidade do complexo ocorreram a  $\lambda=540$  nm usando um Espectrofotômetro marca Biospectro, modelo UV-722. Determinou-se a concentração dos álcoois superiores por meio da construção de curvas padrão de solução analítica desses álcoois (Figura 2B). Os resultados foram expressos em miligramas por 100 mL de álcool anidro.

**Figura 2.** Curva padrão para álcool superior por p-dimetilaminobenzaldeído



Fonte: Própria (2021).

### Procedimentos estatísticos

Foi montado em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema Fatorial  $2 \times 2 + 1$  com três repetições. Os fatores foram duas leveduras (panificação (L1) e selecionada CA-11 (M2)), e dois tipos de mostos (M1) sem e (M2) com correção do pH, adicionados de fosfato de amônio, mais um tratamento testemunha (levedura de panificação em mosto sem fosfato de amônio e sem ajuste do pH), mais um tratamento testemunha (levedura de panificação em mosto sem fosfato de amônio e sem correção do pH). Os dados encontrados para os álcoois superiores foram submetidos a análise de variância – ANOVA, utilizando o programa *ASSISTAT* versão 7.7 beta. As médias, quando significativas, foram submetidos ao teste *t*-student ao nível de 5%, e o teste de Dunnett ao nível de 5% para o testemunha.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise variância para os álcoois superiores produzidos pelas leveduras de panificação e selecionada CA-11 não foram significativos entre os fatores estudados, quando comparado as duas leveduras individualmente, e também os mostos adicionados de fosfato de amônio, com e sem correção do pH. Contudo, observou-se que a interação entre os fatores leveduras x mostos foi significativa ( $p < 0,05$ ) para a produção dos álcoois superiores (Tabela 1), indicando que a levedura de panificação e a levedura CA-11 apresentaram comportamentos distintos, quanto a adição de fosfato de amônio e a correção do pH do mosto de melão amarelo.

**Tabela 1.** Valores médios e Análise de variância (ANOVA) para os álcoois superiores produzidos por diferentes fatores em destilado de melão amarelo

Leveduras (g)	Álcoois superiores (mg / 100 mL de a.a.)
Panificação	367,1 ± 84,33
Selecionada CA-11	306,0 ± 122,43

<i>Mostos (L)</i>	
Mosto de melão (M1)	339,1 ± 112,68
Mosto de melão (M2)	334,0 ± 107,85
<i>ANOVA</i>	
Levedura	0,241 <sup>ns</sup>
Mostos	0,918 <sup>ns</sup>
Leveduras x Mostos	0,036 *
<i>CV (%)</i>	24,13

<sup>ns</sup>Não significativo. \*Significativo a 5 % de probabilidade ( $p < 0,05$ ). a.a = álcool anidro.

Os valores médios da interação e seus respectivos efeitos estão apresentados na Tabela 2. Os estudos da interação entre os fatores leveduras e mostos para produção dos álcoois superiores no mosto adicionado de fosfato de amônio, sem correção do pH foram diferentes entre a levedura de panificação e a levedura CA-11, mas não diferiu quando o pH do meio foi corrigido, demonstrando que os níveis de produção desses álcoois na fermentação do mosto de melão são dependentes do tipo de cepa utilizada, e são influenciados pela adição de fosfato de amônio sem a correção do pH do meio.

Avaliando individualmente a produção dos álcoois superiores para as leveduras dentro de cada mosto, observou-se que sua produção pela levedura de panificação nos mostos adicionado de fosfato de amônio, com e sem correção do pH, não diferiu quando o pH do mosto foi corrigido. Esse comportamento também não foi observado para a levedura CA-11 em ambos os mostos, demonstrando que a correção do pH do mosto não influenciou a produção dos álcoois superiores individualmente para as leveduras estudadas (Tabela 2).

A análise dos efeitos principais da interação mede a magnitude da diferença entre os tratamentos por meio do tamanho do efeito. Os maiores efeitos para os álcoois superiores foram observados na levedura de panificação, e no mosto adicionado de fosfato de amônio sem correção do pH.

**Tabela 2.** Valores médios da interação levedura x mosto na produção de álcoois superiores (mg /100mL de a.a) na fermentação alcoólica de melão amarelo

<i>Leveduras (g)</i>	<i>Mostos (L)</i>		Efeito
	Mosto de melão (M1)	Mosto de melão (M2)	
Panificação	429,0 <sup>aA</sup>	305,3 <sup>aA</sup>	3,7
Selecionada CA-11	249,3 <sup>bA</sup>	362,6 <sup>aA</sup>	3,0
Efeito	3,4	3,3	

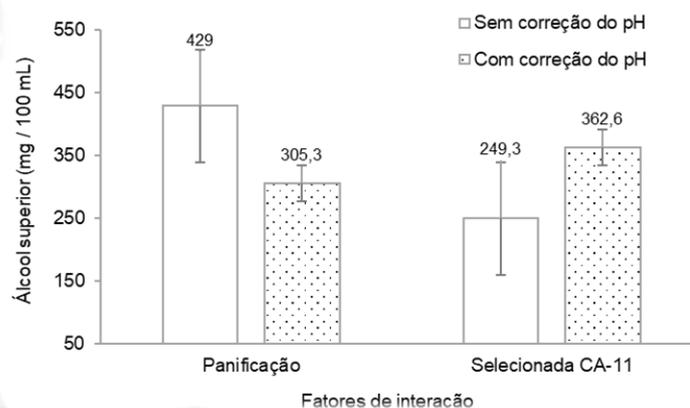
Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t ( $p > 0,05$ ). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste t ( $p > 0,05$ ).

Comparando as médias dos mostos e os diferentes tipos de cepas de leveduras na produção de álcoois superiores, foi observado que a interação ocorreu do mosto adicionado de fosfato de amônio sem a correção do pH, para o mosto com a correção pH fermentado pela levedura CA-11. Os maiores valores foram observados para a levedura de panificação no mosto sem a correção do pH e para a levedura CA-11 no mosto com pH corrigido (Figura 3).

Os resultados mostraram que a correção do pH influenciou a produção dos álcoois superiores pelas durante a fermentação do mosto de melão amarelo, com menores valores observados na levedura de panificação quando comparado com a levedura CA-11 no mesmo mosto. Contudo, o menor valor dos álcoois superiores foi observado na levedura CA-11 no mosto sem a correção do pH, explicado pelas características fisiológicas dessa levedura em regular o pH através da acidificação do meio, controlando assim, a produção desses álcoois.

Fernandes et al. (2007), encontraram valores entre 117 e 224 mg / 100 mL de álcool anidro para álcoois superiores em 16 amostras de cachaças e *blend* do sul de Minas Gerais. Santiago et al. (2014), relataram valores totais de álcoois superiores de 677,12 mg /100 mL para as frações (cabeça, coração e cauda) em conjunto, no processo de produção de cachaça. Cravo et al. (2019), encontraram valores entre 131,1 e 184,07 mg /100 mL de álcoois superiores na produção de cachaça, avaliando diferentes variedades de cana-de-açúcar. Para os autores, a formação dos álcoois superiores em bebidas alcoólicas é resultante do crescimento e da baixa atividade das leveduras, relacionado às condições do meio de fermentação, quantidade e viabilidade do inóculo, e baixo pH do mosto, e pode acumular até oito vezes no produto final, a concentração do mosto após a destilação.

**Figura 3.** Interação da produção de álcool superior por leveduras de padaria e selecionada CA-11 em destilado de melão amarelo



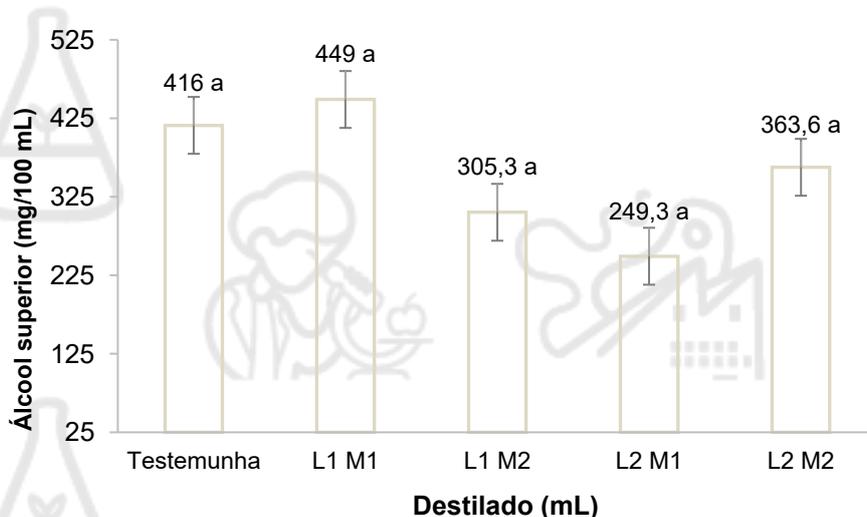
Fonte: Própria (2021)

Alcarde et al. (2011), determinaram o perfil químico da aguardente de cana produzida por dupla destilação e encontraram “*low wines*” com valores de 542,19 mg / 100 mL para os álcoois superiores, e justificaram que em análise do *whisky single* malte e conhaque, concentrações elevadas de 438 a 478 mg /100 mL desse composto, valores esses superiores aos encontrados no presente estudo. Alcarde et al. (2012), quando estudaram diferentes cepas comerciais de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* encontraram valores de 159,91 a 501,07 mg / 100 mL de álcoois superiores para o destilado “*low wines*”, com melhores resultados observados para as aguardentes de cana-de-açúcar fermentadas pela levedura CA-11.

A explicação para formação dos álcoois superiores na fermentação do melão amarelo para obtenção de uma bebida destilada, é resultado da regulação do pH pela levedura durante o processo fermentativo, através da descarboxilação dos ácidos presentes no meio, resultantes do crescimento da biomassa na presença de uma fonte nitrogenada. Diversos autores, Quain e Duffield (1985), Gutierrez (1993), Boulton e Quain (2001), e Alcarde (2017), também relataram a relação pH do meio e os álcoois superiores.

Os resultados encontrados para produção dos álcoois superiores nos mostos adicionados de fosfato de amônio, com e sem correção do pH, fermentados pelas leveduras de panificação e levedura CA-11, não foram diferentes dos resultados encontrados para o tratamento testemunha (Figura 4). Embora esse resultado não apresente diferença significativa para o teste de dunnett ao nível de 5 %, é possível observar uma tendência na redução dos álcoois superiores no mosto fermentado pela levedura CA-11, sem a correção do pH.

**Figura 4.** Produção de álcoois superiores em comparação com o tratamento testemunha. (a,b) = médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunnett ( $P>0,05$ )



Fonte: Própria (2021)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição do fosfato de amônio e a correção do pH influenciaram a produção de álcoois superiores nos low wines de melão, com menores valores apresentado pela levedura CA-11, sendo indicada para elaboração de um destilado de melão.

## REFERÊNCIAS

- Alcarde, A. R.; Souza, P. A.; e Belluco, A. E. S. 2011. Chemical profile of sugarcane spirits produced by double distillation methodologies in rectifying still. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 31; 355-360.
- Alcarde, A. R.; Monteiro, B. M. S.; e Belluco, A. E. S. 2012. Composição química de aguardentes de cana-de-açúcar fermentadas por diferentes cepas de levedura *Saccharomyces cerevisiae*. **Química Nova**. 35; 1612-1618.
- Alcarde, A. R. 2017. **Cachaça: ciência, tecnologia e arte**. 2º ed. Blucher, São Paulo.
- Alvarenga, L. M.; Alvarenga, R. M.; Dutra, M. B. L.; e Oliveira, E. S. 2013. Avaliação da fermentação e dos compostos secundários em aguardente de banana e manga. **Alimentos e Nutrição - Brazilian Journal of Food Nutrition**. 24;195-201.
- Barcelos, L. V. F.; Cardoso, M. G.; Vilela, F. J.; e Anjos, J. P. 2007. Teores de carbamato de etila e outros componentes secundários em diferentes cachaças produzidas em três regiões do estado de minas gerais: zona da mata, sul de minas e vale do Jequitinhonha. **Química nova**. 30; 1009-1011.
- Beltran, G.; Esteve-Zarzoso, B.; Rozès, N.; Mas, A.; e Guillamon, J. M. 2005. Influence of the timing of nitrogen additions during synthetic grape must fermentations on fermentation kinetics and nitrogen consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 53; 996-1002.
- Bessa, M. A. D.; Oliveira, E. N. A.; Feitosa, B. F.; Feitosa, R. M.; Almeida, F. L. C.; e Oliveira Neto, J. O. 2018. Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo L.*): processamento e caracterização. **Brazilian Journal of Food Technology**. 21; DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.21717>
- Betta, F. D.; Biluca, F. C.; Pereira, L. M.; Gonzaga, L. V.; Fett, R.; e Costa, A. C. O. 2015. Determinação de açúcares em sucos de frutas utilizando eletroforese capilar. **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**. 1. Disponível em:<<https://www.revistas.udesc.br/index.php/revistacsbea/article/view/6753>>. Acesso: 10 jan. 2020.
- Boulton, C.; e Quain, D. 2001. **Brewing yeast and fermentation**. Oxford: Blackwell Science. London.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 15, de 31/03/2011. **Diário Oficial da União**. Seção 1. 01/04/2011.
- Briones, A; Ubeda-Iranzo, J.; e Hernandez-Gómez, L. 2012. **Spirits and Liqueurs from**

**Melon Fruits (*Cucumis melo L.*)**. Disponível em:

<<http://www.intechopen.com/books/distillation-advances-from-modeling-to-applications/spirits-and-liqueurs-from-melon-fruits>>. Acesso em: 05 de ago. 2019.

Capaldi, A. P.; Kaplan, T.; Liu, Y.; Habib, N.; Regev, A.; Friedman, N.; e O'Shea, E. K. 2008. Structure and function of a transcriptional network activated by the MAPK Hog1. **Nature Genetics**. 40; 1300–1306.

Cardoso, M. G. 2006. **Produção de aguardente de cana**. 2ª ed. UFLA, Lavras.

Coelho, Tiago. 2018. **Aguardente de melão**. Youtube, 19 out. 2018. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=xL17H6Ik0BQ&ab\\_channel=TVURN](https://www.youtube.com/watch?v=xL17H6Ik0BQ&ab_channel=TVURN)>. Acesso em: 30 jul. 2021.

Cravo, F. D.; Santiago, W. D.; Lunguinho, A. S.; Barbosa, R. B.; Oliveira, R. E. S.; Alvarenga, G. F.; Santos, S. D.; Souza, R. H. Z.; Souza, E. C.; Almeida, K. J.; Souza, J. A.; Nelson, D. L.; e Cardoso, M. G. 2019. Composition of Cachaças Produced from Five Varieties of Sugarcane and the Correlation of the Presence of Dhurrin in the Cane with That of Ethyl Carbamate in the Product. **American Journal of Plant Sciences**. 10; 339-350.

De La Fuente Blanco, A.; Sáenz Navajas, M. P.; e Ferreira V. 2016. On the effects of higher alcohols on red wine aroma. *Food Chemistry*. 210; 107-114.

Freire, V. 2017. **Melão desperdiçado é alternativa à maçã na indústria de bebidas**. Embrapa Agroindústria de Alimentos. (Online) Ceará. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28868795/melao-desperdicado-e-alternativa-a-maca-na-industria-de-bebidas>>. Acesso em: 18 de fev. 2020.

Ficagna, E. 2005. **Influência do tempo de maceração na composição química do fermentado e do destilado de pêssego [*Prunus persica (L) Batsch*], Cv. Chiripá**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Figueirêdo, M. C. B.; Gondim, R. S.; e Aragão, F. A. S. 2017. Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. 302. **Embrapa**, Brasília, DF, Brasil.

Giudici, P.; Romano, P.; e Zambonelli, C. 1990. A biometric study of higher alcohol production in *Saccharomyces cerevisiae*. **Canadian Journal of Microbiology**. 36; 61-64.

Gonçalves, C. M. 2015. **Uso de levedura selecionada em escala piloto para produção de cachaça de alambique**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Brasil.

Gutierrez, L. E. 1993. Produção de álcoois superiores por linhagens de *Saccharomyces cerevisiae* durante a fermentação alcoólica. **Scientia Agricola**. 50; 464-472.

Hernandez-Gómez, L. F.; Ubeda-Iranzo, J.; García-Romero, E.; e Briones-Perez, A. 2005. Comparative production of different melon distillates: chemical and sensory analyses. **Food Chemistry**. 90; 115-125.

Hernandez-Gómez, L. F.; Ubeda, J.; e Briones-Perez, A. 2003. Melon fruit distillates:

comparison of different distillation methods. **Food Chemistry**. 82; 539-543.

Janzantti, N. S. 2004. **Compostos Voláteis e Qualidade de Sabor da Cachaça** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

Lara, C. A. 2007. **Produção de aguardente de banana: emprego de enzimas pectinolíticas e efeito de nitrogênio e quantidade de inóculo na formação de alcoóis superiores**.

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Léauté, R. 1990. Distillation in Alembic. **American Journal of Enology and Viticulture**. 41; 90-103.

Chaves López, C.; Boselli, E.; Piva, A.; Ndaghijimana, M.; Paparella, A.; Suzzi, G.; e Mastrocola, D. 2004. Influence of Quinoxifen on Fermentation of Grape Musts. **Food Technology and Biotechnology**. 42; 89-97.

Martins, S. C. S.; Lima, R. F.; e Martins, C. M. 2015. Isolamento e caracterização de leveduras de caldo de cana de uma indústria de fermentação alcoólica no nordeste brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**. 11; 22-201.

Medeiros, L. S., Ferreira, P. V., Carvalho, I. D. E., Oliveira, F. S., Silva, J. 2015. Primeiro ciclo de seleção massal na população PM3 de melão (*Cucumis melo* L). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 10, 21-27.

Moreira R. F. A.; Netto, C. C.; e Maria, C. A. B. 2012. A fração volátil das aguardentes de cana produzidas no Brasil. **Química Nova**. 35; 1819-1826.

Nascimento, R. F.; Cardoso, D. R.; Lima Neto, B. D. S.; Franco, D. W.; e Farias, J. B. 1998. Influência do material do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar. **Química Nova**. 21; 735-739.

Nogueira, A. M. P.; e Venturini Filho, W. G. 2005. **Aguardente de Cana**. Disponível em: <<https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Horticultura/aguardente-de-cana-2005.pdf>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2021.

Ohde, M. 2017. **Produção de suco-base é alternativa para evitar desperdício de melão**. Disponível em: <<https://paranaportal.uol.com.br/agronegocio/cultivos/426-producao-suco-base-melao>>. Acesso em: jan. 05,19.

Pereira, N. E.; Cardoso, M. G.; Azevedo, S. M.; Morais, A. R. M.; Fernandes, W.; e Aguiar, P. M. 2003. Compostos secundários em cachaças produzidas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. 27; 1068-1075.

Procópio, S.; Qian, F.; e Becker, T. 2011. Function and Regulation of Yeast Genes Involved in Higher Alcohol and Ester Metabolism during Beverage Fermentation. **European Food Research Technology**. 233; 721-729.

Santiago, W. D.; Cardoso, M. G.; Santiago, J. A.; Rodrigues, L. M. A.; Silva, B. L.; e Caetano, A. R. S. 2014. Comparação do perfil físico-químico de cachaças envelhecidas em

tonéis de carvalho (*Quercus sp*) e amburana (*Amburana cearensis*). Editora UniBH. 7; 17-29.

Quain, D. E.; e Duffield, M. L. 1985. A metabolic function for higher alcohol production by yeast. p. 307-314. In: CONGR. EUR. BREW. CONV., 20.,. Proceedings..., Apud: **Chemical Abstracts**, Columbus.

Ribeiro, M. L. D. 2016. **Qualidade da cachaça em função do tratamento do caldo e tipo de fermento**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, Brasil.

Silva, A. P.; Silvello, G. C.; Bortoletto, A. M.; e Alcarde, A. R. 2020. Chemical composition of sugar cane spirit produced from different distillation methods. **Brazilian Journal of Food Technology**. 23; DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.30818>

Silva, J.; Silva, F. L. H.; Alves, R. R. N.; e Santana, D. P. 2006. Influência das variáveis nitrogênio, fósforo e °Brix na produção dos metabólitos secundários contaminantes totais da fermentação alcoólica. **Química Nova**. 29; 695-698.

Silva Neto, R. M.; Abreu, F. A. P.; Pessoa, L. F. P.; Queiroz, E. M. 2016. Características físico-químicas e compostos aromáticos do suco de melão clarificado por microfiltração tangencial. **Revista Eletrônica Teccen**. 09; 75-80.

Silva, P. H. A.; Santos, J. O.; Araújo, L. D.; Faria, F. C.; Pereira, A. F.; Oliveira, V. A.; Vicente, M. A.; e Brandão, R. L. 2009. Avaliação cromatográfica de compostos voláteis de cachaças produzidas com leveduras de diferentes procedências. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 29; 100-106.

Sliwinska, M.; Wisniewska, P.; Dymerski, T.; Wardencki, W.; e Namiesnik, J. 2015. The flavour of fruit spirits and fruit liqueurs: a review. **Flavour and Fragrance Journal**. 30; 197-207.

Soufleros, E. H.; Mygdalia, A. S.; e Natskoulis, P. 2004. Characterization and safety evaluation of the traditional Greek fruit distillate “Mouro” by flavor compounds and mineral analysis. **Food Chemistry**. 86; 625-636.

Souza, L. M.; Ferreira, K. S.; Passoni, L. C.; Bevitori, A. B.; Melo, K. V.; e Viana, A. R. 2009. Teores de compostos orgânicos em cachaças. **Química Nova**. 32; 2304-2309.

Suomalainem, H.; e Oura, E. 1971. **Yeast nutrition and solute up-take**. p.3. IN: The yeast. v.2. Rose, A. A.; Harrison, J. S. ed. London, Academic Press.

Targino, B. N. 2009. **Influência da variedade de cana-de-açúcar e do tipo de fermento na qualidade da cachaça de alambique**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

Vaillant, F.; Cisse, M.; Chaverri, M.; Perez, A.; Dornier, M.; Viquez, F.; e Dhuique-Mayer, C. 2005. Clarification and concentration of melon juice using membrane processes. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. 6; 213-220.

Vilanova, M.; Siebert, T.; Varela, C.; Pretorius, I. S.; e Henschke, P. A. 2012. Effect of

ammonium nitrogen supplementation of grape juice on wine volatiles and non-volatiles composition of the aromatic grape variety Albariño. **Food Chemistry**. 133; 124-131.

Zhong, X.; Wang, A.; Zhang, Y.; Wu, Z.; Li, B.; Lou, H.; Huang, G.; e Wen, H. 2019. Reducing higher alcohols by nitrogen compensation during fermentation of Chinese rice wine. **Food Science Biotechnology**. 29; 805-816.

## UTILIZAÇÃO DA KOMBUCHA E SUA COMERCIALIZAÇÃO

### USO DE KOMBUCHA Y SU MARKETING

### USE OF KOMBUCHA AND ITS MARKETING

Jalison Barreto dos Santol<sup>1</sup>; Angelise Durigon<sup>2</sup>; Jane Delane Reis Pimente<sup>3</sup>; Acenini Lima Balieiro<sup>4</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.287-305>

#### RESUMO

A kombucha é uma bebida levemente doce, e teve sua origem no Oriente, no entanto ganhou popularidade no Ocidente, devido aos seus efeitos terapêuticos. Devido ao potencial tecnológico e inovador dessa bebidas, ainda pouco explorada e a falta de trabalhos relacionada a ela, faz-se necessária a busca por informações relacionados ao potencial tecnológico e funcional da Kombucha. Por meios de estudos foi possível analisar o estado da arte e quais usos estão sendo feitos dessa bebida e seus subprodutos e o crescimento futuro. Desta forma, este trabalho propôs realizar um mapeamento de documentos sobre a aplicação da kombucha, e assim, apresentar uma visão geral a respeito do desenvolvimento tecnológico e científico relacionado ao seu uso. O estudo foi realizado no site de Dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI), United States and Trademark Office (USPTO) e European Patent Office (ESPACENET). Após a busca, os resultados foram processados e analisado. Assim, buscamos documentos de existentes nas bases de dados através de uma busca avançada utilizando os termos: “kombucha”, “kombucha and product” e “kombucha and drink”. Foi observado uma quantidade bem reduzida de documentos existente nas bases do INPI e USPTO, encontrando apenas 6 resultados. Entretanto no site de dados ESPACENET foram encontradas 1444 patentes nos últimos 10 anos. No contexto brasileiro, a kombucha vem ganhando destaque no mercado, embora com poucos depósitos de trabalhos. Entretanto, ressaltamos que embora a kombucha seja uma bebida milenar, ainda é pouco explorada em termos de inovação científica e aspectos funcionais.

**Palavras-chave:** Comercialização, kombucha, potencial tecnológico.

#### RESUMEN

La kombucha es una bebida ligeramente dulce, y se originó en Oriente, sin embargo ganó popularidad en Occidente, debido a sus efectos terapéuticos. Debido al potencial tecnológico e innovador de estas bebidas, aún poco explorado y la falta de trabajos al respecto, es necesario buscar información relacionada con el potencial tecnológico y funcional de la Kombucha. Mediante estudios se pudo analizar el estado del arte y que usos se le están dando a esta bebida y sus derivados y crecimiento futuro. De esta forma, este trabajo se propuso realizar un mapeo de documentos sobre la aplicación de la kombucha, y así, presentar un panorama del desarrollo tecnológico y científico relacionado con su uso. El estudio se realizó en el sitio de datos del Instituto Nacional de Propiedad Industrial de Brasil (INPI), Oficina de Estados Unidos y Marcas (USPTO) y Oficina Europea de Patentes (ESPACENET). Después de la búsqueda, los resultados fueron procesados y analizados. Así, buscamos documentos existentes en las bases de datos a través de una búsqueda avanzada utilizando los términos: “kombucha”, “kombucha y producto” y “kombucha y bebida”. Se observó una cantidad muy pequeña de documentos existentes en las bases de datos del INPI y USPTO, encontrando solo 6 resultados. Sin embargo, en el dataset de ESPACENET se encontraron 1444 patentes en los últimos 10 años. En el contexto brasileño, la kombucha viene ganando protagonismo en el mercado, aunque con pocos depósitos de obras. Sin embargo, destacamos que si bien la kombucha es una bebida milenaria, aún está poco explorada en

<sup>1</sup> Agroindustria, Universidade Federal de Sergipe, jalisonbarreto594@gmail.com

<sup>2</sup> Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, angelise@academico.ufs.br

<sup>3</sup> Agroindustria, Universidade Federal de Sergipe, jdrps@academico.ufs.br

<sup>4</sup> Doutorado, Universidade Federal de Sergipe, aceninibalieiro@academico.ufs.br

cuanto a innovación científica y aspectos funcionales.

**Palabras Clave:** Comercialización, kombucha, potencial tecnológico.

#### ABSTRACT

Kombucha is a slightly sweet drink, and it originated in the East, however it gained popularity in the West, due to its therapeutic effects. Due to the technological and innovative potential of these drinks, still little explored and the lack of works related to it, it is necessary to search for information related to the technological and functional potential of Kombucha. By means of studies it was possible to analyze the state of the art and what uses are being made of this drink and its by-products and future growth. In this way, this work proposed to carry out a mapping of documents on the application of kombucha, and thus, to present an overview of the technological and scientific development related to its use. The study was carried out on the data site of the National Institute of Industrial Property of Brazil (INPI), United States and Trademark Office (USPTO) and European Patent Office (ESPACENET). After the search, the results were processed and analyzed. Thus, we searched for existing documents in the databases through an advanced search using the terms: “kombucha”, “kombucha and product” and “kombucha and drink”. A very small amount of documents existing in the INPI and USPTO databases was observed, finding only 6 results. However, in the ESPACENET dataset, 1444 patents were found in the last 10 years. In the Brazilian context, kombucha has been gaining prominence in the market, although with few deposits of works. However, we emphasize that although kombucha is an ancient drink, it is still little explored in terms of scientific innovation and functional aspects.

**Keywords:** Commercialization, kombucha, technological potential.

#### INTRODUÇÃO

A kombucha é uma bebida levemente doce, geseificada resultante da fermentação de chá verde e/ou chá preto (*Camellia Sinensis*) adicionado de açúcar de diversas fontes, sendo o açúcar de cana o mais usado. No mosto acrescenta uma colônia simbiótica de bactérias acéticas e leveduras denominado *SCOBY* (PALUDO, 2017; SANTOS *et al.*, 2018; SANTOS, 2018).

Desde a descoberta da kombucha são reportados vários relatos, demonstrando que esta bebida pode auxiliar na redução de risco de doenças crônicas e possui propriedades curativas. Tais efeitos benéficos apresentados pelos chás são devido a sua composição fenólica, em especial os flavonoides e ácidos fenólicos (ZIELINSKI *et al.*, 2014), fazendo com que tenha potencial antioxidante e com isso combate espécies reativas de oxigênio, conseguindo assim, reduzir a interação destas espécies reativas com as células humanas.

Nos Estados Unidos, a kombucha ganhou popularidade durante a epidemia de Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) no final dos anos 80, pois se acreditava que a bebida pudesse fortalecer o sistema imunológico comprometido (PETRUZZELLO, 2017). Contudo, a popularidade da kombucha diminuiu após um estudo de caso publicado, em 1995, que vinculava o produto a dois casos de acidose metabólica grave, um dos casos foi fatal (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 1995). Ressurgindo no início do século XXI nos EUA, e tornando-se popular também em países como o Canadá e Austrália, e mais recentemente no Brasil, como o retorno do uso de produtos naturais e das crescentes pesquisas na área de alimentos e bebidas funcionais (VILLAREAL-SOTO *et al.*, 2018).

A busca por alimentos funcionais com objetivo de trazer benefícios a saúde vem crescendo a cada ano, se enquadrando nos requisitos estabelecidos pelos consumidores, a kombucha poderá competir com o gigante mercado de refrigerantes, pois trata-se de uma bebida funcional, probiótica, produzida por fermentação natural, sendo levemente gaseificada, lembrando o refrigerante, alguns consumidores o chamam de “refrigerante natural”, pois no produto final são adicionados frutos ou outros compostos para conferir sabor (SANTANA, 2019).

No Brasil, a kombucha começou a ser consumida de forma artesanal, por pessoas que se interessaram em desenvolver a bebida em casa. A produção começou a ganhar força em 2017. O preço varia entre R\$ 10 e R\$ 15 por garrafas de aproximadamente 300 mililitros. A princípio a rápida expansão do consumo de kombucha no Brasil não é um fato isolado. Globalmente, estima que a consultoria americana Micro Market Monitor, esse mercado cresce, em média 25% ao ano. De acordo com a consultoria, a kombucha é a bebida funcional que mais cresce no mundo, impulsionada principalmente por vendas nas regiões de Ásia, Pacífico e nos Estados Unidos. (Portal do Agronegócio, 2018).

Existem poucos dados referente a pesquisa de mercado no Brasil, atualmente, a Associação Brasileira de Kombucha, que reúne os produtores em território nacional, fizeram um levantamento de dados de forma anônima, pertinentes a produção e faturamento, com objetivo de mapear e obter indicadores de mercado no Brasil. Com os dados em mãos, será possível fazer uma análise completa do mercado brasileiro de kombucha que vem conquistando os consumidores.

No Brasil, o mercado que é bastante novo. Em 2018 foi fundada a Associação Brasileira de Kombucha (ABKOM) que já conta com aproximadamente 49 produtores. Um dos objetivos da iniciativa foi regulamentar a bebida, para que todas as marcas sigam um padrão de qualidade. Segundo dados da associação, estima-se que o mercado brasileiro movimentava atualmente cerca de R\$ 11 milhões de faturamento com produção de 500 mil litros mensais (ABKOM, 2020).

Além disso, em 2019 foi realizado o primeiro Concurso Brasileiro de Kombucha, com o objetivo de estimular os produtores comerciais em monitorar a qualidade de seus produtos (FAROFA MAGAZINE, 2019).

O objetivo deste estudo foi realizar um mapeamento a respeito da utilização da kombucha no Brasil e no mundo e o seu cenário atual no mercado, além das expectativas de crescimento para o futuro. A existência de poucos materiais no Brasil, foi um dos motivos para a realização deste trabalho, apesar de ser uma bebida reconhecida em alguns países e ter um

mercado promissor e em evolução, no Brasil muitas pessoas ainda não a conhecem.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Origem da kombucha

A kombucha é uma bebida levemente doce e gaseificada, tradicionalmente obtida pela fermentação da infusão de *Camellia Sinenses*, popularmente conhecido como chá verde, por uma associação de bactérias e leveduras denominada de *SCOBY*. A palavra kombucha é derivada das palavras japonesas “alga” (kombu) e “chá” (chá) (FELPPIS *et al.*, 2018).

Acredita-se que o chá fermentado tenha sido utilizado pela primeira vez no Leste da Ásia por seus benefícios terapêuticos. Porém, a sua origem se deu no nordeste da China (Manchúria), onde foi adotado durante o Tsin Dinastia (“Ling Chi”), por suas propriedades desintoxicantes e energizantes (JAYABALAN *et al.*, 2016). A bebida tornou-se popular entre os samurais que a bebiam para aumentar a força e energia antes de uma batalha (YOUNG, 2019).

Conforme salientam Jayabalan, Marimuthu e Swaminathan (2007), o consumo da kombucha pelo mundo todo está relacionado com a composição apresentada pela bebida milenar, dentre as principais funções, estão: ação antioxidante, controle do índice glicêmico e prevenção de câncer, devido à presença de algumas vitaminas, polifenóis e de ácidos como ácido glucônico, ácido lático, aminoácidos, e outros micronutrientes produzidos durante a fermentação. O chá fermentado também contém níveis significativos de catequinas, um dos poucos grupos de compostos flavonoides que possuem significativa biodisponibilidade (CHAKRAVORTYA *et al.*, 2016).

### Composição

A kombucha é uma bebida obtida da fermentação de chá verde ou preto adoçado das folhas da planta (*Camellia Sinensis*). No entanto, outros substratos já foram explorados como alternativa para sua produção, como água de coco e segurelha-de-inverno (VILLAREAL-SOTO *et al.*, 2018). A fermentação é feita por adição de uma cultura de bactérias acéticas e leveduras, onde se forma uma película conhecida como *Scoby*, que realiza reações bioquímicas durante sua fermentação (CHEN; LIU, 2000).

Para o preparo são necessário uma cultura iniciadora de *Scoby*, chá preto ou verde, açúcar e uma kombucha previamente fermentada, que vai servir para acidificar o meio e impedir o crescimento de microrganismos patogênicos e um recipiente fermentador (JAYABALAN *et al.*, 2014; VILA *et al.*, 2013).

## **Benefícios e Evidências Terapêuticas**

A kombucha é apreciada em todo mundo devido aos seus efeitos terapêuticos, como anticarcinogênico, antidiabético, tratamento para úlceras gástricas e colesterol alto. Também mostrou importante resposta imunológica e desintoxicação do fígado (CHAKRAVORTY *et al.*, 2016). Alguns autores desenvolveram o estudo em camundongos, os resultados encontrados foram favoráveis e satisfatórios. Tais resultados conduz a conclusões que o chá de kombucha possui atividade antihiperlipidêmica, antidiabética e que pode ser considerado um agente terapêutico contra toxicidade hepática e renal (VILLARREAL-SOTO *et al.*, 2018).

Além disso, considerando que a kombucha é uma bebida produzida a partir da fermentação de chá preto ou verde, estudos prévios têm demonstrado que os polifenóis presentes no chá possuem grande potencial de proteção contra o desenvolvimento de diversos tipos de câncer, inibindo enzimas e interrompendo processos associados ao crescimento de células cancerosas (LEAL *et al.*, 2017).

O chá verde também parece auxiliar na desintoxicação do fígado de xenobióticos. O processo de desintoxicação necessita do tripeptídeo glutathione, um antioxidante que atua conjugado com enzimas glutathione-S-transferases. Essas enzimas são super expressas devido aos polifenóis presentes no chá verde (GONZÁLEZ, 2003; LEAL *et al.*, 2017).

Os consumidores desta bebida afirmam que ela alivia dores de cabeça, reduz o nível de colesterol, promove o bom funcionamento do fígado, previne problemas digestivo e circulatórios e diminui a incidência de inflamações, entre outros efeitos (SANTOS *et al.*, 2016).

Do ponto de vista da composição microbiana, relata-se popularmente que a kombucha fornece uma ampla fonte de bactéria e leveduras probióticas. Além disso, fornece componentes probióticos que auxiliam na nutrição e crescimento desses microrganismos úteis para o trato digestivo (KORYROVSKA *et al.*, 2012). Porém, mais pesquisas ainda precisam ser realizada, para apoiar esses e outros benefícios relatados pelos consumidores e comprovar os reais benefícios que a bebida pode trazer para o organismo de seres humanos (NGUYEN *et al.*, 2015; MATEI, 2018).

## **Formação do SCOBY**

As leveduras e bactérias, que são inoculadas na bebida para o processo de fermentação, são as responsáveis pelo crescimento do que é conhecido como fungo do chá, ou *SCOBY*. Bactérias acéticas produzem uma rede de celulose como metabólito secundário da fermentação dando origem a essa estrutura que se assemelha a um cogumelo (JAYABALAN *et al.*, 2014).

Figura 1- *Scoby*.



Fonte: Doce limão (2019).

Segundo Jayabalan *et al.* (2010), o *SCOBY* é constituído majoritariamente por proteínas e fibras e ao final do processo de fermentação sempre será formado um novo *SCOBY* na superfície do recipiente, que deverá ser guardado na geladeira juntamente com um pouco do chá fermentado para ser utilizado em uma próxima fermentação.

O biofilme é composto pela associação simbiótica de bactérias (prioritariamente produtoras de ácidos acético) e leveduras, denominado de *SCOBY* (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*), capazes de realizar diversas reações bioquímicas durante o período de fermentação, dentre elas: produção de ácidos orgânicos, etanol, vitaminas hidrossolúveis e uma diversidade de micronutrientes (JAYABALAN, 2016; SANTOS, 2018).

A fermentação é estática, ocorre em temperatura ambiente, sendo a primeira fermentação aeróbica onde o ácido carbônico será perdido para a atmosfera, e a segunda anaeróbica onde o gás será mantido no líquido e em troca gerará resíduos metabólitos que irão influenciar nas variáveis de controle (JAYABALAN, 2014).

Em seus estudos Santos *et al* (2017) também citam que a produção e concentração dos diversos compostos inerentes da kombucha, tais como açúcares, etanol, fenóis acético e ácido glucônico podem ser influenciados pelo pH, temperatura, composição e estabilidade da microbiota, bem como o tempo de fermentação, qualidade da matéria-prima e boas práticas de fabricação.

As características sensoriais e a composição da kombucha variam de acordo com o tipo de chá e açúcar que será utilizado no processo de produção, dos microrganismos presentes no *SCOBY*, além das condições de fermentação. Alguns autores consideram que a fermentação pode variar de 7 a 12 dias (MOURA, 2019; PALUTO, 2017; SOUZA, 2019), e 10 a 14 dias

(TEOH; HEAR COX, 2004; YASSIN, 2019), considerando que quanto mais tempo o produto ficar fermentado mais ácido será o sabor, enquanto a temperatura pode variar de 22 a 30°C.

### **Mercado e Comercialização**

Devido aos seus potenciais efeitos benéficos, a kombucha vem se popularizando e criando espaço no mercado. A associação sem fins lucrativos Kombucha Brewers International (KBI, 2018), comprometida com a promoção e proteção comercial da kombucha no mundo todo, esse é um dos produtos que tem o maior crescimento no setor de bebidas. Nos últimos anos, a comercialização de kombucha gerou mais de US\$ 600 milhões, em 2015, com um crescimento por volta de US\$ 1,8 bilhões até 2020. Nos Estados Unidos são mais de 5 mil empregos gerados diretamente pela indústria da kombucha e centenas de marcas regionais produzem e distribuem a bebida localmente.

Segundo o site Probióticos Brasil, existem 59 produtos regulamentados no Brasil, estas empresas têm produção média de 2 mil e 5 mil garrafas por mês, as vendas são feitas de forma regional.

No Brasil a produção começou a ganhar força em 2017. O preço varia entre R\$ 10 e R\$ 15 por garrafas de 300 mililitros. A rápida expansão do consumo de Kombucha no Brasil não é um fator isolado. Globalmente, estima a consultoria americana Micro Market Monitor, esse mercado cresce, em média 25% ao ano, e vai triplicar de tamanho entre os anos de 2015 a 2020, chegando a movimentar cerca de US\$ 1,8 bilhão no fim da década. De acordo com a consultoria, a Kombucha é a bebida funcional que mais cresce no mundo impulsionando principalmente por vendas nas regiões da Ásia, Pacífico e nos Estados Unidos (Portal do Agronegócio, 2018).

Segundo o site Associação de Fabricantes de Refrigerantes no Brasil (AFREBRAS), a Coca-Cola adquiriu em 2018 a empresa Australiana de kombucha Organic & Raw Trading Co, que produz o MOJO kombucha. Diversificando seu portfólio e procurando com o aumento de produtos ditos saudáveis e a diminuição de bebidas como refrigerante.

### **Produção da Kombucha**

#### **Produção artesanal da kombucha**

A produção da kombucha pode ser feita de forma artesanal, o chá preto ou chá verde é utilizado como substrato, isoladamente ou a mistura de ambos e é adicionado açúcar. A proporção de chá e açúcar varia de acordo com a literatura. O método utilizado por Kallel *et al.* (2012), escolheu a proporção de 100 g/L de sacarose com 12 g/L de chá seco na preparação do

substrato. O tempo de infusão do chá considerado ideal depende do tipo de chá e do produtor, em geral, variam de 2 a 10 minutos. Crum e Lagory (2016) indicam tempos de infusão de chá verde, chá preto e erva-mate de 2 a 3 minutos, 3 a 6 minutos e 3 a 5 minutos, respectivamente.

Depois da preparação do substrato, o chá com açúcar, é necessário aguardar o líquido esfriar e chegar a temperatura ambiente, que então será adicionado do inóculo composto pela kombucha já fermentada em um volume de 10 a 20% do recipiente no qual ocorrerá a fermentação junto com *SCOBY*. O material utilizado para a fermentação não poderá ser afetado por corrosão do meio ácido que resultará a kombucha, que fica com pH final de 2,7 e 3,1. Existem relatos em que ocorreu toxicidade no consumidor após a migração de compostos tóxicos de recipientes de chumbo e cerâmica para a kombucha durante a fermentação. Os materiais mais indicados são vidro e aço inox (JAYABALAN *et al.*, 2014).

Durante a fermentação, o sabor da kombucha muda do agradável doce e frutado para “avinagrado”, isso acontece devido à produção de altos níveis de ácidos orgânicos (JAYABALAN *et al.*, 2014). O tempo de incubação varia de acordo com o sabor final desejado e a temperatura de fermentação.

Após a primeira fermentação, pode-se realizar uma segunda fermentação de 2 a 3 dias em recipientes fechados para carbonatar produção de gás carbônico) a kombucha, adicionando frutas e/ou ervas como saborizantes. Quanto maior a quantidade de açúcar do insumo adicionado, maior será seu teor de carbonatação. Depois de pronta, costuma-se guardá-la em ambiente refrigerado, melhorando seu aspecto sensorial e diminuindo a velocidade de sua fermentação com a redução da temperatura (PALUDO, 2017).

#### Produção laboratorial da kombucha

Paludo (2017) reportou o método laboratorial da produção de kombucha usando biorreator (STR) de 2 L de volume útil. Os substratos testados foram, erva-mate e chá verde. O pH foi observado com eletrodo ao longo do processo que foi conduzido a 28 °C com agitação de 50 rpm e aeração de 0,42 vvm. As foram retiradas a cada 24 horas até o final de 7 dias úteis de fermentação.

Em seu estudo comprovou que a escala laboratorial com controle de parâmetros é uma alternativa para padronização da bebida, por conter microrganismos aeróbicos e anaeróbicos simultaneamente. Foram feitas análises de pH, velocidade de fermentação, compostos fenólicos. Todos esses experimentos foram feitos com amostras da produção artesanal, laboratorial e comercial saborizado, comparando-as entre si (PALUDO, 2017).

Quando comparadas as versões artesanais e laboratoriais, em ambas as kombuchas a versão laboratorial apresentou mais teor de compostos fenólicos. A condição de aeração e de menor pH provavelmente facilitou a extração de compostos bioativos dos substratos no biorreator (PALUDO, 2017).

#### Produção Industrial de kombucha

Com o crescimento dos consumidores de kombucha, mediante seus inúmeros benefícios à saúde, houve um aumento no consumo da bebida e empresários viram um novo nicho de mercado, transformando-se em um negócio a ser produzido em escala industrial. Para produção industrial, se torna-se necessário seguir normas de segurança e diversos parâmetros, levando em conta as boas práticas de fabricação, obtendo um alimento seguro para alimentação, além do mais tratando-se de uma bebida que possui microrganismos vivos em sua composição (FERRAZ, 2018).

A produção industrial da kombucha se inicia com a recepção e pesagem do açúcar e chá preto/chá verde em balança devidamente calibradas. Posteriormente, o açúcar é dissolvido em água fervente em tanque de aço inox antecipadamente limpo, na proporção de 50 a 150 g/L, de forma a esterilizar a solução de sacarose. Logo em seguida é feita a infusão do chá (10 a 20 g/L) por um tempo médio de 10 minutos. (FERRAZ, 2018).

É então filtrada e em seguida resfriada a até 25°C em trocador de calor. Reforça-se que o tempo entre o término da etapa de infusão e início da etapa de resfriamento deve ser o mais rápido possível, de forma a prevenir contaminações por agentes patogênicos (FERRAZ, 2018).

Finalizando a etapa de resfriamento, o chá adoçado é bombeado para os biorreatores e a adição do SCOBY, juntamente com cerca de 10% da kombucha pronta. O local deve apresentar umidade, temperatura e luminosidade controlada para maior eficiência do processo.

A mistura é então deixada em repouso para primeira fermentação entre 7 e 10 dias. Durante este tempo, é importante que se mantenha o contínuo acompanhamento do pH, temperatura, acidez e teor de sólidos solúveis do fermentado (FERRAZ, 2018).

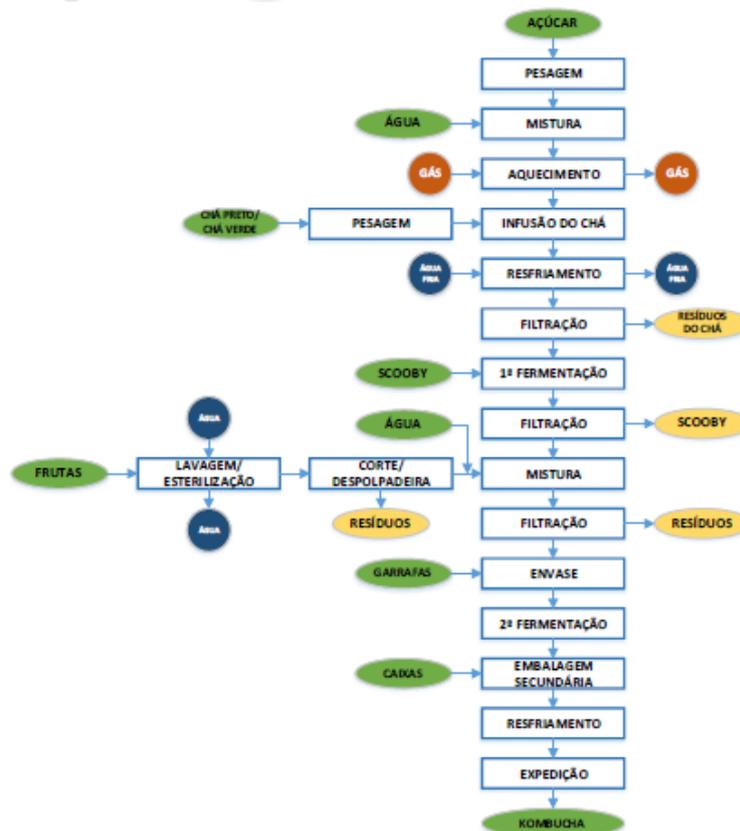
Completando a primeira fermentação, o SCOBY é removido e colocado em câmara fria para sua manutenção (diminuição do metabolismo) e reaproveitamento; e o kombucha pronto segue para nova filtração para retirada dos resíduos da colônia em suspensão e encaminhada para o tanque de mistura para adição de sabores. A saborização pode ser realizada com suco de frutas e/ou outros aditivos. Caso se opte por utilização de frutas *in natura*, etapas adicionais de lavagem, desinfecção, corte e despulpamento devem ser incorporadas para a obtenção da polpa.

Polpas prontas, essências e aditivos naturais também podem ser utilizadas, com a vantagem de se dispensar as etapas anteriormente descritas (FERRAZ, 2018).

Realizada a mistura, kombucha saborizada segue para nova filtração envase em garrafas de vidros previamente esterilizadas. Engarrafadas, a bebida é então disposta em embalagem secundária (caixa de papelão) e encaminhada para a segunda fermentação realizada em local limpo, seco e com temperatura ambiente controlada em 25°C por 3 a 5 dias (FERRAZ, 2018).

Finalizando o tempo de segunda fermentação, as caixas são direcionadas para a câmara de resfriamento com temperatura controlada de no máximo 4°C, sendo expedidas para o cliente final. Ferraz (2018), desenvolveu um desenho esquemático do processo, que é dado pela figura 2.

**Figura 1** - Fluxograma do processo produtivo para obtenção da kombucha.



Fonte: (Ferraz, 2018)

É importante lembrar que a bebida pode não passa por nenhum processo de pasteurização, com isso é importante que os utensílios, equipamento e tanque estejam previamente esterilizados, antes de começar a preparação da kombucha (FERRAZ, 2018).

## **Microrganismos**

Os microrganismos presentes na kombucha encontram-se tanto no líquido como no *SCOBY*. O *SCOBY* é a película gelatinosa que se forma na superfície do líquido e, a cada fermentação, são formadas novas camadas de película na parte superior que está em contato com o ar, sendo sempre essa a mais recente (JARRELI; CAL; BENNETT, 2000).

Estudos que buscam identificar os microrganismos na kombucha podem apresentar certa dificuldade visto que algumas espécies podem ser difíceis de isolar; além disso, a dependência exclusiva de traços fenotípicos pode levar a erros de identificação (RASPOR e GORANOVIC, 2008). Assim como outras associações de microrganismos, como o *kefir*, derivado do leite, a definição exata da composição da kombucha não está bem definida, pois depende da sua origem, substratos e condições de produção (JAYABALAN *et al.*, 2014).

Dentre os microrganismos identificados na kombucha as bactérias acéticas são predominantes. As principais são *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum*, *Acetobacter acetie* e *Acetobacter pasteurianus*. A *Acetobacter xylinum* é a espécie mais recorrente, e tem a capacidade de sintetizar uma rede de celulose flutuante (*SCOBY*) que melhora a associação formada entre bactérias e fungos (BALENTINE; WISEMAN; BOUWENS, 1997 apud PALUDO, 2017).

## **Normas e Legislação**

Como o consumo de kombucha tem ganhado popularidade em todo o mundo, muitas pessoas já estão produzindo artesanalmente com pouco ou praticamente nenhum tipo de controle das características físico-químicas e microbiológicas. Assim, devido ao grande interesse em ampliar o processo de fermentação para atender às demandas da indústria de alimentos, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) lançou para consulta pública, em junho de 2018 as normas que pretendiam estabelecer os padrões de identidade e qualidade das kombuchas produzidas e comercializadas no País (MAPA, 2018).

O resultado foi a Instrução Normativa nº 41/2019 (BRASIL, 2019), publicada no Diário Oficial da União em setembro de 2019. Dessa forma, o Brasil se tornou o primeiro país do mundo a possuir uma legislação específica referente a kombucha.

Os parâmetros exibidos no Tabela 1. Além da exigência da declaração de teor alcoólico no rótulo dos produtos (se contiver álcool acima de 0,5% v/v), fica proibido o uso de expressões que atribuam características de qualidades superlativas e propriedades funcionais.

A legislação também autoriza o uso de processos tecnológicos adequados para a produção da kombucha como pasteurização, filtração e ultracentrifugação, e veda a adição de microrganismos após o processo de fermentação.

**Tabela 1** - Parâmetros analíticos de kombucha exigidos pela legislação brasileira.

PARÂMETRO	MÍNIMO	MAXÍMO
pH	2,5	4,0
Gradação (%v/v) kombucha sem álcool	-	0,5
Gradação (%v/v) kombucha com álcool	0,6	8,0
Acidez Volátil (mEq/L)	30	130
Pressão (atm a 20°C) na kombucha adicionada de CO <sub>2</sub>	1,1	3,9

**Fonte:** Brasil (2019).

A lei da Instrução normativa N° 41 de 17 de setembro de 2011, também estabelece que os microrganismos acrescentados para a fermentação alcoólica e acética devem estar previstos em legislação específica da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e, caso se comprove o valor mínimo de vitaminas e minerais naturalmente produzidos no processo de fabricação da bebida final, pode-se utilizar as expressões "Fonte natural de (nome da vitamina ou mineral)" e "Naturalmente rico em (nome da vitamina ou mineral)" em sua rotulagem. Todavia, ressalta-se que as bebidas registradas no MAPA não devem ter finalidades medicamentosas ou terapêuticas, conforme descrito no inciso II do art. 2° do Anexo do Decreto n° 6.871/2009.

A Instrução normativa N° 41 de 17 de setembro de 2019, estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional.

As normas estabelecidas aplicam-se somente à kombucha submetida a processos industriais, tecnologicamente adequados e destinada ao consumo humano como bebidas, atendendo os parâmetros descritos na Instrução Normativa.

A normativa também acrescenta que pode ser utilizado ingrediente opcionais, como: infusão de espécies vegetais em água, ou seus extratos, frutas, vegetais, especiarias, mel, melado e outros açúcares de origem vegetal, gás carbônico (CO<sub>2</sub>) industrialmente puro, fibras, vitaminas, sais minerais e outros nutrientes, previstos em legislação específica da ANVISA, Resolução RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012, na kombucha não alcoólica desde que inseridos no rótulo do produto.

A ANVISA aprovou novos ingredientes que podem ser utilizados na fabricação de kombucha, dentre eles, aditivos aromatizantes naturais e corantes naturais autorizados em

legislação específica, Resolução RDC nº 02, de 15 de janeiro de 2007 e RDC nº 05, 4 de fevereiro de 2007, na kombucha não alcoólica.

Permitiu-se o uso de coadjuvantes de tecnologia, autorizados em legislação específica da ANVISA, Resolução RDC nº 266, de 28 de setembro de 2005.

Contaminantes microbiológicos são proibidos em concentração superior ao limite estabelecido pela Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Presença de resíduo de agrotóxico não autorizado ou em concentração superior ao autorizado para fruta ou vegetal empregado como matéria-prima na produção da kombucha calculado em função da proporção de fruta ou vegetal utilizado.

Presença de qualquer contaminante orgânico ou inorgânico em concentração superior aos limites estabelecidos pela Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013. Presença de qualquer substância em quantidade que possa se tornar nociva para a saúde humana, observados os limites de legislação específica.

## **METODOLOGIA**

Considerando o potencial da kombucha, o presente trabalho refere-se a um mapeamento da sua produção, comercialização e utilização da kombucha no Brasil e no mundo.

A busca foi realizada nos sites do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), da United States and Trademark Office (USPTO), do European Patent Office (ESPACENET). A busca foi feita a partir das seguintes palavras-chave em português: kombucha - kombucha e produto - para o site nacional (Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI) e em inglês: *kombucha - kombucha and product - kombucha and product and drink-* para o site European Patent Office (ESPACENET). Foi utilizado o excel para a montagem dos gráficos. A coleta de dados tecnológico foi realizada no período de agosto de 2021 a abril de 2022.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após os dados serem coletados nos sites de dados INPI, USPTO e no ESPACENET, foi realizada uma análise inicial a partir dos resultados encontrados com as palavras-chave mostradas na Tabela 2. Foi obtido um número maior de resultados quando pesquisado o nome Kombucha em inglês no ESPACENET, obtendo um total de 1.444. Em contrapartida no INPI e USPTOP foram encontrados apenas 3 patentes, respectivamente.

**Tabela 2** - Resultado de cada palavras-chaves de busca em relação às bases de patentes.

PALAVRAS-CHAVES	INPI	USPTO	ESPACENET
Kombucha	3	3	1.444
kombucha and product	-	-	1.248
kombucha and drink	-	-	566

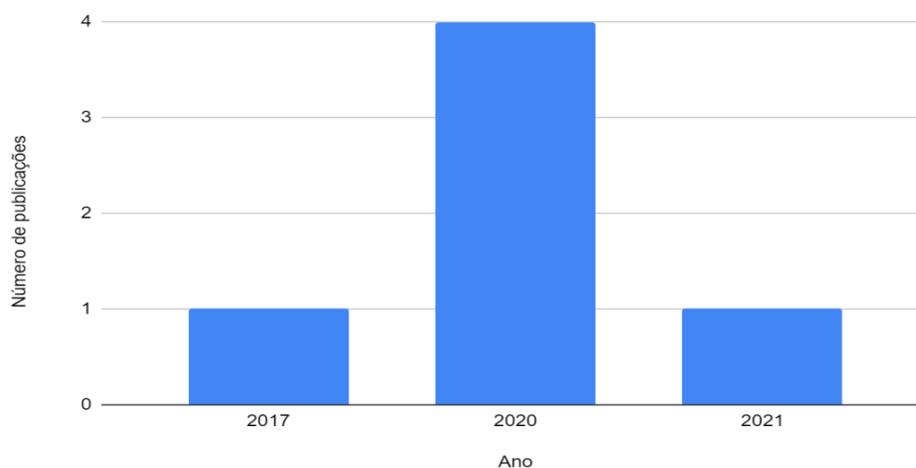
**Fonte:** Autoria própria (2022).

A partir da realização da primeira etapa da pesquisa, o estudo foi aprofundado a fim de analisar o número de documentos por países.

O início de documentos sobre a kombucha começou no ano de 1930, três anos depois foi publicado o documentos relacionado a kombucha and product, contudo só no ano de 1986 que surgiu o primeiro documento sobre kombucha and drink foi publicada.

Ao realizar a pesquisa no site do INPI, como podemos observar na Figura 3, foi registrado três trabalhos quando procurada com o termo “kombucha” com o título “Gelados comestíveis (sorvete e sorbet) a base de kombucha”, o outro documento com o título “kombucha das folhas e dos caules de vinagreira ou joão-gomes e seu processo de obtenção”, e pôr fim a último intitulado “Aplicativo, movido por painéis fotovoltaicos orgânicos, com sola e alças revestidas em kombucha”.

**Figura 3** - Evolução anual de depositadas no INPI e USPTO.



**Fonte:** Autoria própria (2022)

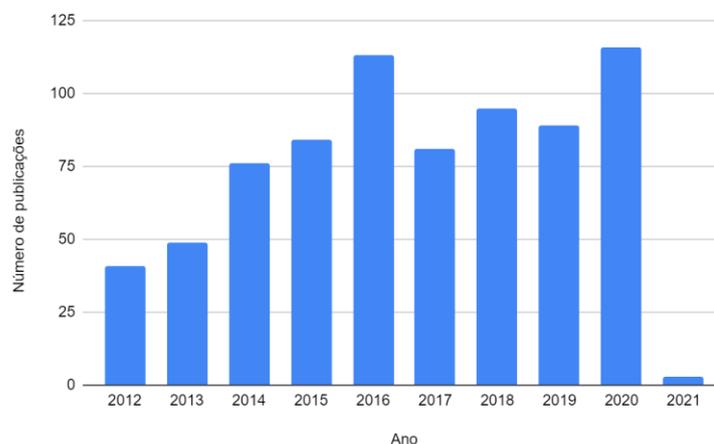
Embora o Brasil tenha bons pesquisadores e tenha evoluído em P&D, nos últimos 10 anos, o país ainda não é capaz de transformar esses investimentos em inovações tecnológicas. Cerca de 80% dos cientistas e engenheiros estão em Universidades ou Centros de Pesquisa geralmente públicos, enquanto nos Estados Unidos 80% dos engenheiros estão em empresas privadas (MENDES, AMORIM-BORHER & LAGE, 2014).

Na pesquisa realizada no site do USPTO, como podemos observar na Figura 3, foram registradas 3 patentes, quando procurada com o termo “kombucha” com o título “Papéis para enrolar cigarros formados a partir de biofilmes de kombucha”, o outro trabalho com o título “Sistema de fabricação de kombucha e outras bebidas fermentadas”, e pôs fim a outro documento com o título “Sistema de fermentação de alto rendimento e com eficiência de espaço para a produção de kombucha com limite de álcool”.

Na pesquisa realizada no site ESPACENET (Figura 4) foi possível encontrar um número maior de trabalhos, dando destaque para os termos *kombucha*, *kombucha and product* e *kombucha and drink*, com 1444, 1248 e 566, respectivamente. No cenário Espacenet®, há uma grande quantidade de inventores independentes, o que não foi observado no cenário brasileiro.

Ao verificar o número de trabalhos referente ao uso da kombucha observou crescimento nos últimos anos. Este aumento considerável pode ser explicado, devido a vários relatos, demonstrando que esta bebida pode auxiliar na redução de risco de doenças crônicas e possui propriedade curativas. Tais efeitos benéficos apresentados pelos chás são devido a sua composição fenólica, em especial os flavonoides e ácidos fenólicos (ZIELINSKI *et al.*, 2014), fazendo com que tenha potencial antioxidante e com isso combate espécies reativas de oxigênio, conseguindo assim, reduzir a interação destas espécies reativas com as células humanas.

**Figure 4** - Evolução anual de patentes depositadas na ESPACENET.



Fonte: Autoria própria (2022)

Foi possível observar um aumento dos trabalhos durante os anos de 2012 a 2016, tendo um declínio no número de depósito nos anos de 2017, 2019, voltando a ter um aumento nos anos de 2018 e 2020, porém em 2021, o número teve um grande declínio chegando a depositar 3 documentos, o número muito baixo pode ser explicado devido a pandemia que afetou todo planeta.

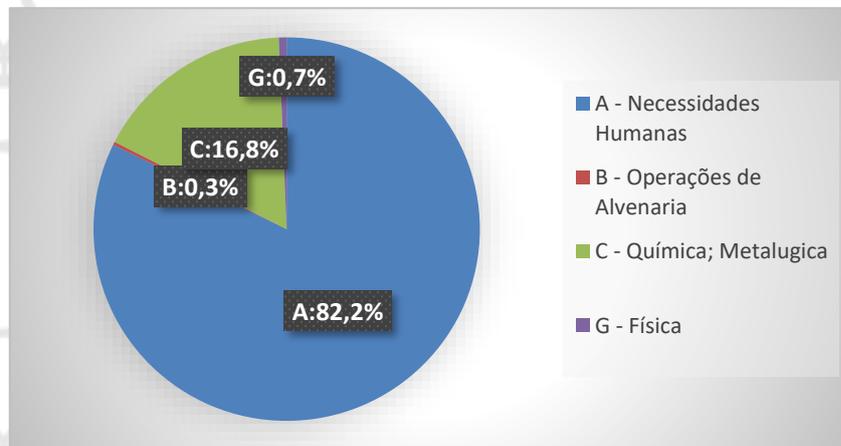
➤ **Código Internacional de Patentes**

O CIP funciona como um endereço das patentes, no qual as patentes são divididas em seções, classes, subclasses e grupos.

A seção A que trata das necessidades humanas, seguida pela seção C que trata de química e metalúrgica e obteve alguns depósitos na seção B que trata de operações de alvenaria e a seção G da área da física.

Na Figura 5, observa-se as classificações distribuídas entre áreas de Necessidades Humanas, que detêm o maior número de depósitos, e as áreas da química, física e operações de alvenaria.

**Figura 5** - Relação do número de documentos de patentes por área de depósito.



Fonte: Autoria própria (2022)

**CONCLUSÃO**

Considerando os resultados obtidos com a pesquisa, entende-se que a kombucha está sendo amplamente explorada nas diversas áreas, além da área alimentícia. Embora ela seja amplamente explorada na área alimentícia, a poucos trabalhos no site de dados brasileira demonstrou ser muito inferior em comparação ao site de dados internacional, talvez a baixa quantidade de documentos brasileira, seja por falta de conhecimentos sobre a kombucha ou

ainda seja por falta de incentivo em pesquisa sobre como ela pode ser utilizada, fazendo com que seja necessário que países e indústria tracem estratégias que promova o desenvolvimento e descoberta de novas tecnologias.

Apesar da quantidade baixa de trabalhos no site de dados INPI, demonstra que a pouca informações sobre a kombucha, levando a ter um maior incentivo à pesquisa e a inovação neste setor industrial.

## REFERÊNCIAS

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. Food Chemistry, págs. 951-8. **Springer-Verlag**, p. 952-958, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº 64 de 14 de maio de 2018. Projeto de Instrução Normativa que visa estabelecer em todo território nacional os Padrões de Identidade e Qualidade de Kombucha. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder executivo, Brasília, DF, 21 jun. 2018.

CABRERA, C.; ARTACHO, R.; GIMÉNEZ, R. Beneficial effects of green tea: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v. 25, n. 2, p. 79-99, 2006.

CHAKRAVORTYA, S.; BHATTACHARYA, S.; CHATZINOTAS, A.; CHAKRABORTY, W.; BHATTACHARYA, D.; GACHHUI, R. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, v. 220, 63-72, 2016.

CHEN, C.; LIU, B. Y. Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. **Journal of Applied Microbiology**, England, v. 89, n. 5, p. 834-839, 2000.

CHENG, T. O. All teas are not created equal: the chinese green tea and cardiovascular health. **International Journal of Cardiology**, [s. l.], v. 108, n. 3, p. 301-308, 2006.

FERRAZ, Aline Teixeira. Produção Industrial de Kombucha. Departamento de pós-graduação em engenharia química. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2018.

JAYABALAN R., MALBAŠA R.V., LONČAR E.S., VITAS J.S., SATHISHKUMAR M. 2014. A Review on Kombucha Tea – Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4): 538-50.

JAYABALAN, R. *et al.* A review on Kombucha tea – microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Chicago, v. 13, n. 4, p. 538-550, 2014.

JAYABALAN, R. *et al.* Biochemical characteristics of tea fungus produced during Kombucha fermentation. *Food Science and Biotechnology*, Seoul, v. 19, n. 3, p. 843-847, 2010

JAYABALAN, R., MALBASA, R., SATHISHKUMAR, M., 2016. Kombucha.

Leal, J. M.; Suárez, L. V.; Jayabalan, R.; Oros, H. J.; Anayansi, E. A.; A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. **Journal of Food**, v. 16, n. 1, p. 390-399, 2018.

May, A; Narayanan, S; Alcock, J.; Varsani, A.; Maley, C.; Aktipis, A. Kombucha: a novel model system for cooperation and conflict in a complex multi-species microbial ecosystem. **PeerJ**, e7565, 2019.

MOURA, A. B. **Monitoramento do processo fermentativo da kombucha de chá mate**. 20. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Nutrição) – Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

PALUDO, Natália. Desenvolvimento e caracterização de Kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial. 2017. 46 f. TCC (Graduação em Engenharia dos Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2017.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Produção de Kombucha se multiplica no Brasil**.

SANTANA, S. D. S. V. Revisão acerca da produção de kombucha e o seu crescente mercado - UEZO (Universitário Estadual da Zona Oeste), Rio de Janeiro, RJ. 2019.

SANTOS, M. J. Kombucha: Caracterização da Microbiota e Desenvolvimento de Kombucha: Caracterização da Microbiota e Desenvolvimento de Novos Produtos Alimentares Para Uso em Restauração. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Agronomia, **Universidade de Lisboa**, 2016.

SANTOS, Y. M *et al.* Caracterização química de Kombucha a base de chás de hibisco e preto. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*. Ipameri, v. 8, n. 3, p. 32-37, 2018.

SANTOS, W. C. R.; BARBOSA, C. D.; LACERDA, I. A. C. Obtenção e caracterização de kombucha de chá preto. 69ª Reunião anual da SBPC – Ciência e tecnologia de alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: MG, 2017.

SOUZA, C de A. **Avaliação imunológica promovida pelo consumo de kombucha em camundongos diabéticos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

TANAKA, T.; KOUNO, I. Oxidation of tea catechins: chemical structures and reaction mechanism. **Food Science Technology Research**, [s. l.], v. 9, p. 128-133, 2003.

TEOH, A. L.; HEARD, G.; COX, J. Yeast ecology of Kombucha fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 95, p. 119-126, 2004.

VILLARREAL-SOTO, S. A.; BEAUFORT, S.; BOUJILA, J.; SOUCHARD, J.-P.; TAILLANDIER, P. Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science*, v. 83, n. 3, 2018.

Villarreal-Soto, S. A.; Beaufort, S.; Bouajila, J.; Souchard, J.; Taillandier, P. Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 3, p. 580-588, 2018.

VĪNA, I.; SEMJONOVŠ, P.; LINDE, R.; PATETKO, A. Glucuronic acid containing fermented functional beverages produced by natural yeasts and bacteria associations. **International Journal of Recent Research and Applied Studies**, v. 14, p. 17–25. 2013.

YASSIN, L. S. **Desenvolvimento de Smoothie fermentado por microorganismos da Komucha com base no perfil de consumo, composição química, compostos bioativos e descrição sensorial**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.

ZIELINSKI, A. A. F.; *et al.* A comparative study of the phenolic compounds and the in vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques. **Food Research International**, v. 60, 2014.



**EIXO**

**FORMULAÇÃO E  
PROCESSAMENTO  
DE ALIMENTOS**

## PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE BATATA-DOCE OBTIDOS POR *CAST-TAPE DRYING*

### PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DE PAPA DULCE OBTENIDAS POR *CAST-TAPE DRYING*

### PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF SWEET POTATO FILMS OBTAINED BY *CAST-TAPE DRYING*

Valéria Vitória Santos Andrade<sup>1</sup>; Simone Mazzutti<sup>2</sup>; Danilo Santos Souza<sup>3</sup>; Angelise Durigon<sup>4</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.307-322>

#### RESUMO

A batata-doce é rica em carboidratos, fibras, vitaminas A e C, e minerais e possui alto valor energético e antioxidantes, o que justifica o seu consumo por pessoas que buscam um alimento saudável. Normalmente esse tubérculo é consumido após o cozimento em água, assado ou frito. A ideia de um produto na forma de filme pronto que facilite o seu consumo se justifica. Assim, o estudo objetivou desidratar o purê de batata-doce por *cast-tape drying* (CTD) para a produção de um filme comestível e caracteriza-lo quanto às propriedades físico-químicas. O purê foi preparado usando diferentes concentração de amido pré-gelatinizado (0 g, 1 g, 2 g, 3 g e 4 g), 1 g de glicerol e 100 g de purê (5 °Brix e 9,2 g/g b. u.). No CTD as formulações foram espalhadas com 2 mm de espessura e secas usando vapor como fonte de aquecimento (temperatura do suporte de 96 °C). A secagem ocorreu a taxa constante até o 6º minuto e foi de 1,43±0,2 g/g.min, e o tempo final de secagem foi de 10 minutos (umidade final abaixo de 0,1 g/g). Nesse período a temperatura das formulações foram de 62,5±2,5 °C, elevando (> 90 °C) após o 8º minuto. A espessura do filme foi entre 0,16-0,20 mm, a higrscopicidade dos filmes foi abaixo de 10%. Todos os filmes possuem cor amarela clara característica do purê de batata-doce, e os filmes com 1 g (10%) e 2 g (20%) de amido pré-gelatinizado foram os mais contínuos, de bom manuseio e não apresentaram fraturas. Assim, o CTD é um processo viável para a obtenção de filmes de batata-doce em um curto tempo em temperatura considerada moderada com características físicas desejadas para filmes.

**Palavras-Chave:** Secagem, *Refractance window*, filme comestível.

#### RESUMEN

La papa dulce es rica en hidratos de carbono, fibra, vitaminas A y C, minerales y tiene un alto valor energético y antioxidante, lo que justifica su consumo por personas que buscan una alimentación saludable. Habitualmente este tubérculo se consume después de su cocción en agua, asado o frito. Se justifica la idea de un producto en forma de film prefabricado que facilite su consumo. El estudio tuvo como objetivo deshidratar el puré de papa dulce por *cast-tape drying* (CTD) para la producción de una película comestible y caracterizarla según sus propiedades fisicoquímicas. El puré se prepara utilizando diferentes concentraciones de almidón pregelatinizado (0 g, 1 g, 2 g, 3 g y 4 g), 1 g de glicerol y 100 g de puré (5 °Brix y 9,2 g/g b.s.). En el CTD, las formulaciones se extendieron con un espesor de 2 mm y se secaron utilizando vapor como fuente de calor (la temperatura del soporte fue de 96 °C). El secado se realiza a velocidad constante hasta el minuto 6 y 1,43±0,2 g/g.min, y el tiempo de secado final es de 10 minutos (humedad final inferior a 0,1 g/g). Durante este período, la temperatura de las formulaciones fue de 62,5±2,5 °C, aumentando (> 90 °C) a partir del 8º minuto. El espesor de la película estaba entre

<sup>1</sup> Curso de Bacharelado em Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, [98829097v@academico.ufs.br](mailto:98829097v@academico.ufs.br)

<sup>2</sup> Curso de Bacharelado em Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, [simonemazzutti@academico.ufs.br](mailto:simonemazzutti@academico.ufs.br)

<sup>3</sup> Curso de Bacharelado em Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, [daniloss@academico.ufs.br](mailto:daniloss@academico.ufs.br)

<sup>4</sup> Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão, [angelise@academico.ufs.br](mailto:angelise@academico.ufs.br)

0,16 y 0,20 mm, la higroscopicidad de las películas era inferior al 10%. Todas las películas presentan un color amarillo claro característico del puré de papa dulce, y las películas con 1 g (10 %) y 2 g (20 %) de almidón pregelatinizado continúan con el mejor manejo y sin fracturas. Por lo tanto, CTD es un proceso viable para la obtención de películas de papa dulce en corto tiempo a una temperatura considerada moderada con las características físicas deseadas para las películas.

**Palabras clave:** El secado, ventana de refractancia, películas comestibles.

#### ABSTRACT

Sweet potato is rich in carbohydrates, fiber, vitamins A and C, and minerals, has high energy value and antioxidants, which justifies its consumption by people looking for healthy food. Usually, this tuber is consumed after cooking in water, roasting or frying. Producing leathers that facilitate their consumption justifies the idea of the product. Thus, the study aimed to dehydrate the sweet potato puree by cast-tape drying (CTD) to produce leathers and to determine the physicochemical characteristics. The puree was prepared using different concentrations of pregelatinized starch (0 g, 1 g, 2 g, 3 g and 4 g), 1 g of glycerol and 100 g of puree (5 °Brix and 9.2 g/g d. b.). In the CTD the formulations were spread 2 mm thick and dried using steam as a heating source (support temperature of 96 °C). Drying occurred at a constant rate until the 6th minute (rate of 1.43±0.2 g/g.min) and the final drying time was 10 minutes (final moisture below 0.1 g/g d. b.). During this period, the temperature of the formulations was 62.5±2.5 °C, increasing (> 90 °C) after the 8th minute. The leathers thickness was between 0.16-0.20 mm, the hygroscopicity of the leathers was less than 10%. All the leathers showed a light-yellow color characteristic of the sweet potato puree, and with 1 g (10%) and 2 g (20%) of pregelatinized starch were the most continuous, with good handiness, and did not present with fractures. Thus, CTD is a viable process for obtaining sweet potato leathers in a short time at moderate temperature with desired physical characteristics.

**Keywords:** Drying, Refractance Window, leathers.

#### INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é uma hortaliça importante com produção mundial, no ano 2018, de aproximadamente 92 milhões de toneladas. Segundo o IBGE, no ano de 2019 o Brasil produziu cerca de 805 mil toneladas cultivadas em 57 mil hectares (IBGE, 2021a). No estado de Sergipe, em 2019, foi produzido 51 mil toneladas em 3,7 mil hectares plantadas (IBGE, 2021b). Na Região Nordeste, a batata-doce tem grande importância social, além de ser fonte de nutrientes, a sua produção ajuda na geração de emprego e renda, contribuindo para a fixação do homem no campo (SILVA et al., 2008). A batata-doce é facilmente cultivada nessa região por se tratar de uma hortaliça tuberosa, rústica, de alta tolerância à seca, de fácil cultivo, com exigência de temperaturas média superior a 24°C, alta luminosidade, fotoperíodo longo e suficiente umidade do solo (SILVA et al., 2008).

A batata-doce pode ser consumida cozida, assada ou frita, ou na forma de doces. Na indústria, a batata-doce é matéria-prima para a produção de doces (marrom glacê), pães, álcool e um amido de alta qualidade, empregado na fabricação de tecidos, papel, cosméticos, adesivos e glucose (SILVA et al., 1995). Além disso, o seu consumo é uma excelente fonte de carboidrato de baixo índice glicêmico muito procurado por praticantes de atividade física, pois esse tipo de macromolécula é absorvida lentamente pelo organismo com liberação gradativa de glicose na corrente sanguínea.

Para facilitar o seu consumo e preparo, além de agregar valor a essa matéria-prima, é possível desidratar a batata-doce para ser consumida como “lanches” na forma de fatias, flocos, chips e filmes, sem uso de fritura e conservantes (MONTEIRO et al., 2020). Vegetais desidratados na forma de filmes representam uma forma diferente de preservação e de diversificar o consumo como aperitivos, ou misturados em bebidas e em molhos (RAAB E OEHLER, 2000; CONCHA-MEYER et al., 2016). Muitas frutas como maçã, manga, goiaba, jaca e uva pode ser usada para produzir filmes de frutas podem ser usadas (MASKAN et al., 2002; GUJRAL E BRAR, 2003; CHOWDHURY et al., 2011; QUINTERO RUIZ et al., 2012, OFFIA-OLUA E EKWUNIFE, 2015; VALENZUELA E AGUILERA, 2015; SILVA et al., 2019). Segundo Quintero Ruiz et al. (2012) esses produtos tornam-se uma forma atraente e alternativa de incorporar frutas na dieta, em especial das crianças e dos adolescentes, por serem leves, agradáveis de mastigar e saborosos. O mesmo conceito pode ser usado para introduzir outros vegetais, como tubérculos e hortaliças, em dietas.

A desidratação consiste na redução da atividade de água com a finalidade de aumentar a vida útil, diminuir custos com transporte e embalagens. A maioria dos trabalhos encontrados na literatura sobre produção *leathers* de vegetais utiliza secagem com ar quente ou convectiva (SIMÃO et al., 2019; RAAB E OEHLER, 2000). No entanto, degradação dos nutrientes e danos em características sensoriais são reportados devido à degradação térmica e às reações químicas e bioquímicas que ocorrem durante os longos tempos de secagem (MOUSA E FARID, 2002). Outro processo de obtenção de produtos na forma de filmes (*leathers*) é o uso do *cast-tape drying* (CTD), também chamado de *refractance window* (RW). Simão et al. (2018) estudou a obtenção de *leathers* de manga por CTD, sem e com (5%) adição de amido pré-gelatinizado, e reportam curtos tempos de secagem de (18 minutos). Esses autores relatam que os filmes foram contínuos, com bom manuseio e cor semelhante à polpa de manga *in natura*. Além disso, os filmes apresentaram alta aceitabilidade quanto à aparência, cor, sabor e textura sendo que 85% dos painelistas comprariam os filmes à base de manga e 95% comprariam os filmes à base de manga com 5% de amido, ambos condicionados a 22,5% UR. Nascimento et al. (2019) secou uma pasta de abricó-do-pará em *refractance window* (temperatura da água de 70 °C e 3 mm de espessura da polpa) para obter filmes desidratados e concluiu que o produto desidratado apresentou boa resistência à tração, alta solubilidade em água, favorecendo sua aplicação como filme comestível. Além disso, apresentou características do filme sem a necessidade de aditivos. Até o momento, secagem de purê de batata-doce em CTD para a obtenção de filmes comestíveis não foram reportados na literatura.

O objetivo deste estudo foi desidratar o purê de batata-doce por *cast-tape drying* para a

produção de filmes. Além disso, caracterizar esses filmes quanto às suas propriedades físico-químicas.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Batata-doce

As batatas-doces são revestidas por uma fina película denominada de casca e sua parte central, é denominada de polpa ou carne. A casca e a polpa podem apresentar coloração variável de púrpura, roxo, salmão, alaranjada, amarelada, creme ou branco (FOLQUER, 1978). A composição da batata-doce varia com a cultivar, de modo geral, é composta de 63-83% de umidade, de 1,9-4,4% de proteínas, de 1,8-29,2% de carboidratos (componente principal é o amido), 0,2-1,8% de lipídios, 0,6-4,4% de cinzas e 1,3-3,8% de fibras (FOLQUER, 1978; AINA et al., 2009).

### Filmes comestíveis

Filmes comestíveis podem ser saudáveis e convenientes, e são caracterizados por serem materiais finos e flexíveis elaborados com macromoléculas biológicas capazes de formar uma matriz contínua, podendo ou não conter diferentes aditivos de grau alimentício. Podem ser chamados de *fruit leathers*, *pestil*, *bastegh*, *qamar el deen*, *bestil* ou de couro de frutas (rolinhos de frutas) e se referem a purês de frutas ou uma mistura de suco de frutas concentrado e outros ingredientes que são cozidos, secos em uma superfície não pegajosa e laminada (HUANG E HSIEH, 2005; YILMAZ et al., 2017).

### Cast-tape drying

O CTD é um processo de secagem que possibilita a desidratação de alimentos termossensíveis, pois utiliza temperaturas moderadas e tempos de processo relativamente curtos. Nesse processo, o alimento na sua forma pastosa é espalhado na face superior de um suporte flexível que pode ser de poliéster ou de fibra de vidro revestida com teflon. Esse suporte é aquecido por um fluido quente (água quente ou vapor) em sua face inferior. Dessa forma é fornecida a energia para a evaporação da água do alimento, durante a secagem. A energia é fornecida por condução de calor através do suporte até a suspensão de alimentos. Acima do suporte é usado um sistema que promove a convecção, com o fluxo de ar que passa sobre a suspensão. A secagem por tape-casting se tornou alternativa para desidratar frutas, legumes e ervas, pois usa temperaturas moderadas (na faixa de 70-75 °C) e curtos tempos de secagem, pois fornece altas taxas de secagem, alta eficiência energética e baixo custo. Parâmetros de

qualidade como cor, retenção de vitaminas, compostos fenólicos, flavonoides e antioxidantes são frequentemente observados (ABONYI et al., 2002; NINDO e TANG, 2007; CASTOLDI et al., 2015; ZOTARELLI et al., 2015; DURIGON et al., 2016; FRABETTI et al., 2018; DURIGON et al., 2017; SIMÃO et al., 2018).

## **METODOLOGIA**

### **Matéria-prima**

Batata doce (*Ipomoea batatas* L.) foram adquiridas na região semiárida do estado de Sergipe (Nossa Senhora da Glória, SE, Brasil), e selecionadas pelo seu aspecto de cor e isentos de injúrias. Os tubérculos foram lavados, cozidos em água fervente por 60 minutos e, posteriormente, descascados. Os tubérculos cozidos foram triturados em mixer (Oster, Mixer Versatile Oster→) com 250 W de potência, seguido de filtração em peneira, para retirar os pedaços de fibras maiores e formar o purê.

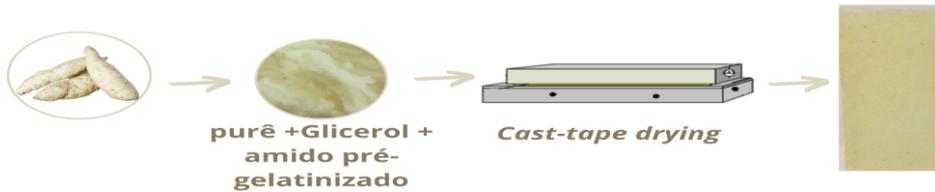
### **Elaboração das formulações dos filmes comestíveis**

A formulação dos filmes constituiu-se da mistura de 100 g de purê de batata-doce (5 °Brix e umidade inicial de 9,2 g de água/g de sólidos secos) adicionado de 1 g de glicerol (c) e diferentes quantidades de amido pré-gelatinizado (0 g, 1 g, 2 g, 3 g e 4 g), totalizando 5 experimentos. Um esquema da obtenção dos filmes de batata-doce desidratados por CTD foi apresentado na Figura 01.

As estratégias experimentais investigadas no estudo foram:

- Sem adição de (0 g) amido pré-gelatinizado denominado formulação 1 (F1);
- Com adição de (1 g) amido pré-gelatinizado denominado formulação 2 (F2);
- Com adição de (2 g) amido pré-gelatinizado denominado formulação 3 (F3);
- Com adição de (3 g) amido pré-gelatinizado denominado formulação 4 (F4);
- Com adição de (4 g) amido pré-gelatinizado denominado formulação 5 (F5);

**Figura 01:** Esquema da da obtenção dos filmes de batata-doce desidratados por CTD.



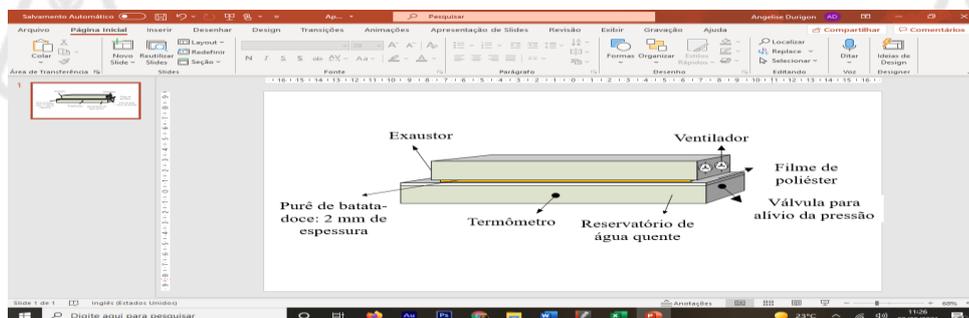
Fonte: Própria (2019).

O teor de sólidos solúveis totais do purê e das formulações (°Brix) foi determinado utilizando-se um refratômetro manual modelo (HANNA, HI 96801, Rhode) e calibrado com água destilada.

### Cast-tape Drying

O dispositivo experimental consiste de um reservatório (0,4 m x 0,2 m x 0,08 m) de água quente que foi aquecida com uso de resistores elétricos com potência de 2000 W (AGRATTO, FM 01) (Figura 02). Na parte superior do reservatório foi fixado um filme de poliéster (Mylar® tipo D, DuPont) com 0,25 mm de espessura. A face inferior do filme encontra-se em contato com o vapor d'água proveniente do aquecimento da água no reservatório (temperatura da água de 98 °C), enquanto a sua face superior serve de suporte para o espalhamento do purê de batata-doce. Uma cabine com um sistema de exaustão/ventilação (CHIPSCE, 075-1212) com velocidade de 1500 rpm foi acoplada acima do reservatório e conta com um ventilador em uma das extremidades e um exaustor na outra extremidade. A exaustão e/ou ventilação são utilizadas para promover a convecção forçada acima da pasta.

Figura 02: Esquema do aparato experimental *cast-tape drying*.



Fonte: Adaptado de Silva et al. (2019).

No processo de *cast-tape drying* a água foi mantida constante e em temperatura igual a 98 °C

para formação do vapor que aquecerá o suporte. A temperatura do suporte foi medida com auxílio de um termômetro de infravermelho (AKSO, AK30 new). O espalhamento do purê de batata-doce sobre o suporte aquecido, em todos os processos de secagem, foi realizado com o auxílio de um espalhador manual com 2 mm de espessura da abertura pela qual a pasta escoou.

A variação da umidade durante a secagem do purê da batata-doce (formulação 1) foi determinada pelo método gravimétrico em estufa (Huanghua Faithful Instrument Co., WHL-25AB, China) em temperatura de 105 °C (AOAC, 2005). Para isso amostras de três regiões do purê espalhado foram retiradas em intervalos de tempo pré-determinados (dt), para determinação da umidade (X). Os experimentos de secagem foram realizados em triplicata. As curvas de secagem apresentaram períodos de secagem, cujas taxas de secagem foram obtidas derivando a curva da variação temporal da umidade (dX/dt) fornecendo os valores em g/g.min.

A evolução da temperatura do purê e da superfície do suporte ao longo do processo de secagem foi medida usando termômetro de infravermelho (AKSO, AK30 new) utilizando a emissividade da polpa igual a 0,96 (INCROPERA et al., 2007) correspondente a emissividade do componente majoritário do purê de batata-doce, a água. A emissividade do filme de poliéster foi ajustada para 0,92 de acordo com o determinado em Durigon et al. (2017). A temperatura do ar foi medida com termômetro de espeto.

### **Umidade**

A umidade do purê e dos filmes foi determinada pelo método gravimétrico em estufa (Huanghua Faithful Instrument Co., WHL-25AB, China) a 105 °C (AOAC, 2005).

### **Espessura dos filmes**

A espessura dos filmes foi determinada com micrômetro digital (Carbon Fiber Composites Digital Thickness Gauge, TG 06-2021, Zhejiang, China) em pontos diferentes de cada amostra em torno da área de teste de película de seis posições aleatórias. Um valor médio da espessura do filme foi obtido para cada filme.

### **Higroscopicidade**

A higroscopicidade foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Tonon et al. (2009) com modificações. Amostras dos filmes (1 g) foram colocadas em cada recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl (umidade relativa de 70%) e mantido a 25 °C. Após uma semana, as amostras foram pesadas e a higroscopicidade foi expressa como g de umidade adsorvida por 100 g de massa seca da amostra (g/100 g).

## Cor

A cor do purê e dos filmes foi determinada usando espectrocolorímetro (Coralis Color Muse) em que foram determinados em escala CIELAB os valores de luminosidade ( $L^*$ , faixa entre o preto e branco, 0-100) e cromaticidade ( $a^*$ , grau de verde ao vermelho, -60 para +60; e  $b^*$ , grau de azul ao amarelo, -60 para +60) registrados em um app Color Muse.

## Análise estatística

Os dados experimentais foram avaliados utilizando a análise de variância (ANOVA). A comparação múltipla das médias foi analisada pelo uso do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ( $p < 0,05$ ). O processamento dos dados e a análise estatística foram realizados usando o programa estatístico Statistica 8.0 (Statsoft Inc., Tulsa, EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01 constam os dados referentes aos sólidos solúveis das formulações de purê de batata-doce. Embora, o purê de batata-doce tenha sido adicionado de amido pré-gelatinizado, a quantidade não foi suficiente para alterar significativamente a concentração de sólidos solúveis das formulações.

**Tabela 01:** Sólidos solúveis das formulações (F1, F2, F3, F4 e F5) a base de batata-doce.

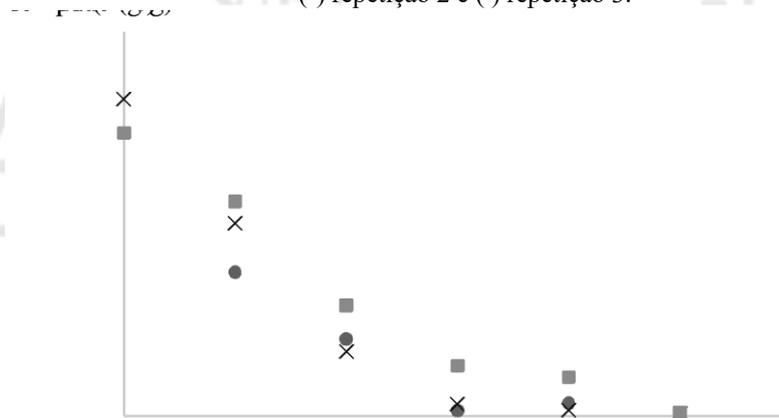
Formulações	Sólidos solúveis (°Brix) Média± DP
F1	5,00±0,00 <sup>a</sup>
F2	5,00±0,00 <sup>a</sup>
F3	5,33±0,57 <sup>a</sup>
F4	6,00±0,00 <sup>a</sup>
F5	6,00±0,00 <sup>a</sup>

Médias seguidas das mesmas letras sobrescritas na coluna indicam que não há diferença estatística pelo teste de Tuckey ( $p < 0,05$ ).

**Fonte:** Própria (2022).

Na Figura 03 está apresentada a cinética de secagem do purê de batata-doce (tratamento 1) secos por *cast-tape drying*.

**Figura 03:** Cinética de secagem do filme de batata-doce, sem adição de amido pré-gelatinizado, (■) repetição 1, (●) repetição 2 e (×) repetição 3.



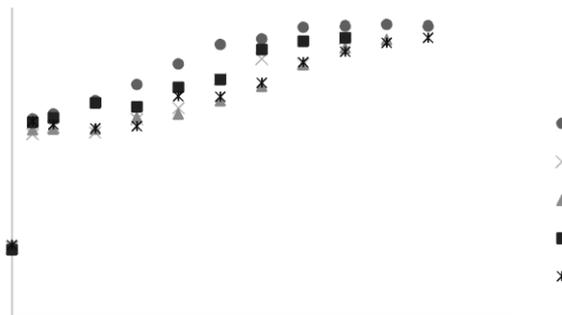
Fonte: Própria (2022).

O tempo final de secagem foi de 10 minutos para atingir umidade final abaixo de 0,1 g/g (b. s.). A secagem do purê de batata-doce até o sexto minuto se caracteriza por apresentar período a taxa de secagem constante de  $1,43 \pm 0,2$  g/g.min observado na Figura 03 pelo decaimento linear da umidade com o tempo. Na literatura, alguns estudos (NINDO e TANG, 2007; ZOTARELLI et al., 2015; DURIGON et al., 2017) reportam esse comportamento e atribuem a alta umidade inicial ( $>90\%$ ) da matéria-prima e as finas espessura (1-3 mm) da camada espalhada nesse processo de CTD. O purê de batata-doce foi espalhado com 2 mm de espessura e apresentou umidade inicial de  $90,2 \pm 0,6\%$  em base úmida (9,2 g de água/g de sólidos secos). Durante a secagem à taxa constante a pressão de vapor de água na superfície da amostra é próxima da pressão de saturação e a resistência à transferência de massa interna é desprezível (fina espessura da camada de polpa). Assim, a desidratação da polpa ocorre pela evaporação da água e é controlada pela transferência de calor proveniente do vapor de água (ZOTARELLI et al., 2015; DURIGON et al., 2017). Simão et al. (2018) reporta taxas de secagem constante de 0,58 g/g.min para filme de manga sem amido e 0,635 g/g.min para filme de manga com 5% de amido secos em CTD (espessura do espalhamento de 3 mm, vapor de água a 98 °C e fibra de vidro recoberta com teflon como suporte) e, ambos os filmes foram secos em 18 minutos para obter umidade em torno de 0,06 g/g.

A temperatura do suporte de poliéster em todos os experimentos foi mantida em média  $96,38 \pm 0,6$  °C e a temperatura do ar dentro da cabine exaustão/ventilação foi mantida em  $24,48 \pm 1,35$  °C. Na Figura 04 estão apresentados os dados da evolução temporal da temperatura do purê de batata-doce, em todos as formulações (F1, F2, F3, F4 e F5) durante a secagem por CTD. Em todos os tratamentos, a temperatura do purê se elevou rapidamente no início, até o

primeiro minuto, do processo de secagem atingindo valores entre 60 °C e 65 °C, o qual se deve ao período de adaptação da temperatura do purê ao do meio de secagem. Após esse período inicial de adaptação térmica do purê, a sua temperatura se manteve constante até o 4-5º minuto. Esse comportamento indica que a secagem ocorre a taxa constante, em que todo o calor que chega até o purê é usado para a evaporação da água livre presente no filme, como o purê é relativamente fino e não possui uma estrutura rígida, praticamente toda a água é removida sob este período à taxa constante. Após o oitavo minuto, a temperatura do purê se elevou (>90 °C) atingindo, no final, a temperatura próxima a do filme de poliéster o que caracteriza o final da secagem.

**Figura 04:** Evolução temporal da temperatura dos filmes (F1, F2, F3, F4 e F5) a base de batata-doce.



**Fonte:** Própria (2022).

A umidade final dos filmes em todas as formulações (F1, F2, F3, F4 e F5) se mantiveram abaixo de 0,108 g/g. Simão et al. (2018) reporta umidades dos filmes de manga obtidos em CTD menores que o presente estudo, em torno de 0,06 g/g. Os valores de umidade dependem da composição química do filme, do tempo de secagem e das condições do ar, como temperatura e umidade relativa.

Segundo Gennadios et al. (1993) o controle da espessura é ideal para a uniformidade dos filmes formados, reprodutibilidade das medidas realizadas e validade da comparação entre filmes. Assim, na Tabela 02 estão apresentados as espessuras dos filmes em que os valores não apresentaram diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ). Embora os valores de espessura dos filmes não foram significativamente diferentes, os filmes com adição de amido pré-gelatinizado apresentaram espessuras maiores que o filme sem adição (F1), isso se deve ao efeito espessante do amido. Simão et al. (2018) também reportou esse comportamento ao adicionar 5% de amido pré-gelatinizado em manga para obter filmes de manga no CTD, obtendo espessura de 0,4 mm

frente 0,37 mm para o filme sem adição de amido. As maiores espessuras dos filmes reportados por Simão et al. (2018) em relação ao presente estudo se deve a maior espessura de espalhamento da polpa (3 mm). O filme 5 (F5) apresentou a maior espessura, possivelmente ao uso da maior concentração de amido pré-gelatinizado na formulação.

Os valores de higroscopicidade dos filmes de batata-doce obtidos por CTD estão apresentados na Tabela 02. De modo geral, a higroscopicidade dos filmes foi abaixo de 10% indicando que os filmes não são pegajosos em ambientes com UR de 50% (umidade relativa medida dentro do meio em que os filmes foram expostos por 7 dias). Simão et al. (2018) reportou que 5 % de amido adicionado na polpa de manga não influenciaram a higroscopicidade dos filmes obtidos por CTD. Nascimento et al. (2019) reportou higroscopicidade de 21,46% para filmes de abricó-do-pará obtidos por refractance window. A higroscopicidade depende da matéria-prima, pois está relacionada à presença de substâncias amorfas, como açúcares. Baixa higroscopicidade garante estabilidade química e microbiológica durante o armazenamento (TONTUL et al., 2018).

**Tabela 02:** Espessura e higroscopicidade dos filmes obtidos a partir das formulações secas por *Cast-tape drying*.

Formulações	Espessura dos filmes (mm) Média ± DP	Higroscopicidade (%) Média ± DP
F1	0,17 ± 0,04 <sup>a</sup>	4,15±0,21 <sup>bc</sup>
F2	0,16 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,55±0,40 <sup>c</sup>
F3	0,18 ± 0,01 <sup>a</sup>	5,44±1,19 <sup>b</sup>
F4	0,18 ± 0,02 <sup>a</sup>	9,22±1,09 <sup>a</sup>
F5	0,20 ± 0,02 <sup>a</sup>	ND

a-cMédias seguidas das mesmas letras sobrescritas na coluna indicam que não há diferença estatística pelo teste de Tuckey (p<0,05). ND – Não determinado.

**Fonte:** Própria (2022).

Os parâmetros de cor (parâmetros L\*, a\*, b\*, h° e C\*) dos filmes desidratados por CTD estão apresentados na Tabela 3. Os valores de luminosidade L\* foram maiores nos filmes adicionados de amido pré-gelatinizado devido a sua cor esbranquiçada. A cor prevalente no purê de batata-doce branca é o amarelo claro, devido a presença de carotenoides, podendo assim ser melhor representada pelo parâmetro de cromaticidade b\* positivo para indicar as mudanças de cor provocadas pela formulação e pelo processo de secagem. Assim, para os filmes de batata-doce o parâmetro b\* apresentou valores positivos em todos os filmes indicando coloração

amarelada, sendo que os valores desse parâmetro foram maiores com o aumento da concentração de amido. No entanto, o amido pré-gelatinizado adicionado aos filmes provoca uma redução na saturação e intensidade de cor deixando os filmes mais opacos, esse comportamento foi evidenciado quando os valores de croma que são menores em relação ao filme sem adição de amido (F1). Simão et al. (2018) reportou que 5% de amido adicionado na polpa de manga não influenciaram nos parâmetros de cor dos filmes obtidos por CTD.

**Tabela 03:** Parâmetros de cor dos filmes de batata-doce produzidos por CTD.

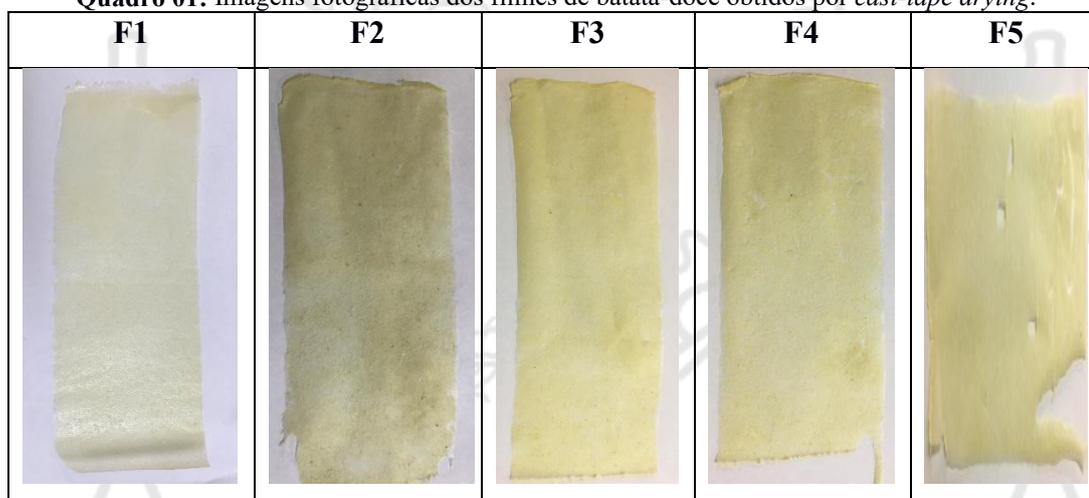
Formulações	L* Média±DP	a* Média±DP	b* Média±DP	h° Média±DP	C* Média±DP
F1	62,47±0,99 <sup>c</sup>	-1,80±1,15 <sup>b</sup>	15±1,36 <sup>c</sup>	52,93±1,98 <sup>b</sup>	37,60±0,63 <sup>a</sup>
F2	74,67±2,77 <sup>b</sup>	-2,20±0,41 <sup>b</sup>	26,2±2,31 <sup>b</sup>	50,67±0,72 <sup>c</sup>	24,73±2,22 <sup>bc</sup>
F3	78,73±1,94 <sup>a</sup>	-2,53±1,36 <sup>b</sup>	24,80 ±1,82 <sup>b</sup>	51,40±1,59 <sup>c</sup>	23,07±2,46 <sup>c</sup>
F4	74,20±2,77 <sup>b</sup>	-4,80±0,45 <sup>a</sup>	27,20±1,30 <sup>ab</sup>	56,8±1,10 <sup>a</sup>	27,20±2,38 <sup>b</sup>
F5	74,40±3,20 <sup>b</sup>	-2,67±0,62 <sup>b</sup>	28,93±2,74 <sup>a</sup>	51,20±1,01 <sup>c</sup>	24,67±2,66 <sup>bc</sup>

a-cMédias seguidas das mesmas letras sobrescritas na coluna indicam que não há diferença estatística pelo teste de Tuckey (p<0,05).

**Fonte:** Própria (2022).

Com as imagens fotográficas (Quadro 1) dos filmes de batata-doce desidratados por CTD foi possível observar visualmente que a cor dos filmes permaneceu com coloração amarelada característica do purê de batata-doce.

**Quadro 01:** Imagens fotográficas dos filmes de batata-doce obtidos por *cast-tape drying*.



**Fonte:** Própria (2022).

O filme 1 (F1), sem adição de amido, apresentou textura frágil e úmidos. Wang et al. (2011) reportou que filmes de cenoura com adição apenas de glicerol permanecem mais úmidos,

pois o glicerol pode migrar para a superfície do filme exsudato e formam filmes pegajosos, principalmente em concentrações maiores que 5%.

Os filmes F2 (1 g de amido pré-gelatinizado) e F3 (2 g de amido pré-gelatinizado) apresentaram filmes mais resistentes e com bom manuseio indicando que concentrações intermediárias de amido ajudam na estrutura mais homogênea do filme. A adição de macromoléculas como a do amido ajuda a melhorar a resistência dos filmes, possivelmente devido o alto teor de polissacarídeos que ajudam a formar a estrutura da rede do filme. Os polissacarídeos podem formar ligações com proteínas, aumentar interações com hidrogênios entre as cadeias poliméricas resultando em maior resistência de filmes (WANG et al., 2011, MCHUGH E OSLEN, 2004). Em filmes de manga sem e com adição de 5% de amido pré-gelatinizado Simão et al. (2018) reportaram filmes contínuos e com bom manuseio, e que os filmes sem adição de amido apresentaram maior resistência a tração devido as fibras presentes na polpa da manga.

Os filmes F5 (4 g de amido pré-gelatinizado) e F4 (3 g de amido pré-gelatinizado) se apresentaram quebradiços (presença de rupturas, rasgos e fraturas após a secagem) e formatos irregulares, o que demonstra a descontinuidade dos filmes. Altas concentrações de amido podem diminuir a flexibilidade dos filmes (XU et al., 2005) dificultando a retirada do suporte de secagem e manuseio do filme o que pode provocar danos a estrutura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Cast-tape drying* permite a obtenção de filmes de batata-doce em um curto tempo, devido a alta taxa de secagem em temperatura considerada moderada. Os filmes produzidos são contínuos, de bom manuseio e com cor característica do purê de batata-doce. A adição de amido pré-gelatinizado nas quantidades usadas nas formulações 2 e formulação 3, como agente espessante, é necessária para a melhor maleabilidade e homogeneidade dos filmes, além de promover menor higroscopicidade. Assim, a desidratação do purê de batata-doce por *cast-tape drying* indica ser potencial para a produção de filmes comestíveis para uso na culinária como um novo produto no mercado.

## REFERÊNCIAS

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC**. In: Official Methods of Analysis of AOAC International, 2005.

ABONYI, B. I.; FENG, H.; TANG, J.; EDWARDS, C. G.; CHEW, B. P.; MATIINSON, D. S.; FELLMAN, J. K. Quality retention in strawberry and carrot purees dried with Refractance Window system. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 2, p. 1051-1056, 2001.

AINA, A. J.; FALADE, K. O.; AKINGBALA, J. O.; TITUS, P. Physicochemical properties of twenty-one Caribbean sweet potato cultivars. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 44, n. 9, p. 1696-1704, 2009.

CASTOLDI, M.; ZOTARELLI, M. F.; DURIGON A.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Production of tomato powder by refractance window drying. **Drying Technology**, v. 33, n. 12, p. 1463-1473, 2015.

DURIGON, A.; DE SOUZA, P. G.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Cast-tape drying of tomato juice for the production of powdered tomato. **Food and Bioproducts Processing**, v. 100, p. 145–155, 2016.

DURIGON, A.; PARISOTTO, E. I. B.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Heat transfer and drying kinetics of tomato pulp processed by cast-tape drying. **Drying Technology**, v. 36, p. 160–168, 2017.

CHOWDHURY, M.; BAA, B.; HAQUE, M. Energy and exergy analysis of the solar drying of jackfruit leather. **Biosystem Engineering**, v. 110, n. 2, p. 222–229, 2011.

CONCHA-MEYER, A. A.; D'IGNOTI, V.; SAEZ, B.; DIAZ, R.I.; TORRES, C. A. Effect of storage on the physicochemical and antioxidant properties of strawberry and kiwi leathers. **Journal of Food Science**, v. 81, n. 3, p. 569-577, 2016.

FOLQUER, F. La batata (camote). **Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur**, 1978. 82 p.

OFFIA-OLUA, B.I.; EKWUNIFE, O. A. Production and evaluation of the physico-chemical and sensory qualities of mixed fruit leather and cakes produced from apple (*Musa Pumila*), banana (*Musa Sapientum*), pineapple (*Ananas Comosus*). **Nigerian Food Journal**. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGEa. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10233?ano=2019>. Acesso em: 10 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGEb. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/pesquisa/14/0>. Acesso em: 10 ago. 2021.

FRABETTI, A. C. C.; DURIGON, A.; LAURINDO, J. B. Effect of process variables on the drying of guava pulp by cast-tape drying. **LWT - Food Science and Technology**, n. 96, p. 620–626, 2018.

GENNADIOS, A.; McHUGH, T. H.; WELLER, C. L.; KROCHTA, J. M. **Technomic Publishing Co, Inc. Lancaster USA**, 1993.

GUJRAL, H. S.; BRAR, S. S. Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. **International Journal of Food Properties**, v. 6, n. 2, p. 269–279, 2003.

HUANG, X.; HSIEH, F. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. **Journal of Food Science**, v. 70, p. E177–E186, 2005.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. **Fundamentos da Transferência de Calor e de Massa**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008.

MASKAN, A.; KAYA, S.; MASKAN, M. Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice and leather (pestil). **Journal of Food engineering**, v. 54, n. 1, p. 75–80, 2002.

MCHUGH, T. H.; OLSEN, C. W. Tensile properties of fruit and vegetable edible films. **United States – Japan Cooperative Program in Natural Resources**, p. 104–108, 2004.

MOUSA, N.; FARID, M. Microwave vacuum drying of banana slice. **Drying Technology**, v. 20, p. 2055–2066, 2002.

MONTEIRO, R. L.; DE MORAES, J. O.; DOMINGOD, J. D.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Evolution of the physicochemical properties of oil-free sweet potato chips during microwave vacuum drying. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 63, 2020.

NASCIMENTO, A. S.; RODRIGUES, A. M. C.; DA SILVA, H. M. Development of a dehydrated product with edible film characteristics from mammee apple (*Mammea americana* L.) using Refractance Window drying. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 3, 2019.

NINDO, C. I.; TANG, J. Refractance window dehydration technology: a novel contact drying method. **Drying Technology**, v. 25, p. 37–48, 2007.

QUINTERO RUIZ, N. A.; DEMARCHI, S. M.; MASSOLO, J. F.; RODONI, L. M.; GINER, S. A. Evaluation of quality during storage of apple leather. **LWT - Food and Science Technology**, v. 47, n. 2, p. 485–492, 2012.

RAAB, C.; OEHLER, N. **Making Dried Fruit Leather**. Oregon State University Extension Service, USA, 1–4, 2000.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MIRANDA, J. E. C.; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F.; PEREIRA, W. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batata* (L.) Lam.)**. Embrapa: Centro Nacional de Pesquisa e Hortaliças, 3 ed., 1995.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Batata-doce (*Ipomoea batatas*)**. Embrapa Hortaliças: Sistemas de Produção, 6 ed., 2008.

SILVA, L. S.; SOUZA, D. S.; LAURINDO, J. B. L. SILVA, F. O.; DURIGON, A. Elaboração e estudo de filmes comestíveis de goiaba (*Psidium guajava* L.) obtidos por *cast-tape drying*. In: V Encontro Nacional da Agroindústria, Bananeiras – PB, 2019.

SIMÃO, R. S.; MORAES, J. O.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Recent Advances in the Production of Fruit Leathers. **Food Engineering Reviews**, 2019.

SIMÃO, R. S.; MORAES, J. O.; SOUZA, P. G.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Production of mango leathers by cast-tape drying: product characteristics and sensory evaluation. **LWT - Food and Science Technology**, v. 99, p. 445–452, 2018.

TONON, R. V.; BARONI, A. F.; BRABET, C.; GIBERT, O.; PALLET, D.; HUBINGER, M. D. Water sorption and glass transition temperature of spray dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice. **Journal of Food Engineering**, v. 94, p. 215-221, 2009.

TONTUL, O.; KASIMOGLU, Z.; ASIK, S.; ATBAKAN, T.; TOPUZ, A. Functional properties of chickpea protein isolates dried by refractance window drying. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 109, p. 1253-1259, 2018.

VALENZUELA, C.; AGUILERA, J. M. Effects of different factors on stickiness of apple leathers. **Journal of Food Engineering**, v. 149, p. 51–60, 2015.

ZOTARELLI, M. F.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Effect of process variables on the drying rate of mango pulp by Refractance Window. **Food Research International**, v. 69, p. 410–417, 2015.

YILMAZ, F. M.; YÜKSEKKAYA, S.; VARDIN, H.; KARAASLAN, M. The effects of drying conditions on moisture transfer and quality of pomegranate fruit leather (pestil). **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 1, p. 33-40, 2017.

XU, Y. X.; KIM, K. M.; HANNA, M. A.; NAG, D. Chitosan–starch composite film: preparation and characterization. **Ind Crops Prod**, v. 21, n. 2, p. 185–192, 2005.

WANG, X.; SUN, X.; LIU, H.; LI, M. M. A. Z. Barrier and mechanical properties of carrot puree films. **Food and Bioprocesses**, v. 89, n. 2, p. 149–56, 2011.

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BISCOITO FUNCIONAL DO TIPO COOKIES UTILIZANDO O RESÍDUO DA POLPA DE CAJU**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE GALLETAS TIPO GALLETAS FUNCIONALES A PARTIR DEL RESIDUO DE PULPA DE ANACARDO**

**FEASIBILITY STUDY OF THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL COOKIES TYPE COOKIES USING CASHEW PULP RESIDUE**

Soraya Vanessa Alves Xavier<sup>1</sup>; Ana Paula Costa Câmara<sup>2</sup>; Cláudia Souza Macêdo<sup>3</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.323-341>

**RESUMO**

O Brasil é um dos maiores produtores de caju, e sua produção está concentrada na região Nordeste. O pedúnculo de caju é um fruto rico em vitaminas, fibras e minerais, e apenas cerca de 20% é aproveitado. Seu beneficiamento gera uma grande quantidade de resíduos referentes a fração fibrosa e película, que são geralmente utilizados para ração animal, ou descartados como lixo industrial, gerando problemas ambientais. Esse resíduo pode ser facilmente inserido na alimentação humana através do seu aproveitamento para a elaboração de subprodutos, principalmente na produção de biscoitos, que geralmente utiliza a casca do trigo ou aveia como fonte de fibras. Diante disso, este trabalho objetivou apresentar uma alternativa de aproveitamento e agregação de valor para o resíduo do pedúnculo de caju, com a elaboração de biscoitos tipo cookies adicionados de resíduos obtidos da produção da polpa de fruta. Para a obtenção de um projeto de fabricação em escala fabril, foi realizado um estudo das etapas do fluxograma de produção, com equipamentos necessários, cálculos para balanço de massa, tabela nutricional, análise econômica para o cálculo dos possíveis custos, determinação do preço final unitário, e sugestão de rotulagem para o produto. Foi considerado o custo zero na obtenção do resíduo do pedúnculo de caju, ao considerar um acordo feito com empresas produtoras de polpa de fruta para a retirada desse resíduo, já que seu destino seria o descarte. Os resultados demonstram uma análise satisfatória para a produção do produto sugerido, entregando ao mercado uma alternativa de biscoito tipo cookie saudável, com formulação única, composta por ingredientes com relevante teor de fibras, consciência ambiental, e preço competitivo.

**Palavras-Chave:** inovação, resíduos, cookies, alimentos funcionais.

**RESUMEN**

Brasil es uno de los mayores productores de marañón y su producción se concentra en la región Nordeste. El anacardo es una fruta rica en vitaminas, fibra y minerales, y solo se aprovecha alrededor del 20%. Su procesamiento genera una gran cantidad de residuos relacionados con la fracción fibrosa y la película, que generalmente se utilizan para la alimentación animal, o se desechan como residuos industriales, generando problemas ambientales. Este residuo puede insertarse fácilmente en la alimentación humana a través de su utilización para la elaboración de subproductos, principalmente en la producción de galletas, que generalmente utiliza la cascarilla de trigo o la avena como fuente de fibra. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo presentar una alternativa de aprovechamiento y valorización del residuo del pedúnculo del marañón, con la elaboración de galletas tipo galletas adicionadas a partir de residuos obtenidos de la producción de pulpa de fruta. Para obtener un proyecto de fabricación a escala de fábrica se realizó un estudio de las etapas del diagrama de flujo de producción, con el equipamiento necesario, cálculos para balance de masa, tabla nutricional, análisis económico para el cálculo de posibles costos, determinación de la precio unitario final y sugerencia de etiquetado del

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [sorayaalvesxavier@gmail.com](mailto:sorayaalvesxavier@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [anapaulacceq@gmail.com](mailto:anapaulacceq@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutora em Microbiologia Agrícola, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [claudiamedo@hotmail.com](mailto:claudiamedo@hotmail.com)

producto. Se consideró el costo cero de obtención del residuo de marañón, al considerar un convenio realizado con empresas productoras de pulpa de fruta para la remoción de este residuo, ya que su destino sería la disposición final. Los resultados demuestran un análisis satisfactorio para la elaboración del producto sugerido, entregando al mercado una alternativa de galleta saludable, con una formulación única, compuesta por ingredientes con contenido de fibra relevante, conciencia ambiental y precio competitivo.

**Palabras clave:** innovación, residuos, galletas, alimentos funcionales

## ABSTRACT

Brazil is one of the largest producers of cashew, and its production is concentrated in the Northeast region. The cashew apple is a fruit rich in vitamins, fiber and minerals, and only about 20% is used. Its processing generates a large amount of waste related to the fibrous fraction and film, which are generally used for animal feed, or discarded as industrial waste, generating environmental problems. This residue can be easily inserted into human food through its use for the elaboration of by-products, mainly in the production of cookies, which generally uses wheat husk or oats as a source of fiber. Therefore, this work aimed to present an alternative for the use and aggregation of value for the cashew peduncle residue, with the elaboration of cookies type cookies added from residues obtained from the production of fruit pulp. In order to obtain a manufacturing project on a factory scale, a study of the steps of the production flowchart was carried out, with the necessary equipment, calculations for mass balance, nutritional table, economic analysis for the calculation of possible costs, determination of the final unit price, and labeling suggestion for the product. The zero cost of obtaining cashew apple residue was considered, when considering an agreement made with companies that produce fruit pulp for the removal of this residue, since its destination would be disposal. The results demonstrate a satisfactory analysis for the production of the suggested product, delivering to the market a healthy cookie alternative, with a unique formulation, composed of ingredients with relevant fiber content, environmental awareness, and competitive price.

**Keywords:** innovation, residue, cookies, functional foods.

## INTRODUÇÃO

“O cajueiro (*Anacardium occidentale*) é uma planta nativa do Nordeste Brasileiro com considerável capacidade adaptativa a solos de baixa fertilidade, a temperaturas elevadas e ao estresse hídrico” (PESSOA; SERRANO. 2016). Por essas características a cultura do caju se torna umas das mais importantes atividades para as regiões de clima seco, possibilitando a produção em períodos de seca e no intervalo entre as outras culturas, gerando trabalho e renda.

O pedúnculo do caju, o pseudofruto, é utilizado na agroindústria para a produção de diversos produtos como: suco, polpa, doces, e ração animal. Além de ser comercializado in natura nos supermercados e nas feiras livres. Apesar de toda tecnologia disponível para seu beneficiamento, 75% desses pedúnculos não são aproveitados. Cerca de apenas 350 mil toneladas são absorvidas por empresas produtoras de sucos, cajuína e doces. (PESSOA; SERRANO. 2016).

O aproveitamento do resíduo oriundo do beneficiamento do pedúnculo do caju é mais utilizado na alimentação animal. Uma nova perspectiva seria sua utilização na fabricação de produtos para alimentação humana. Atualmente é crescente a procura por produtos adicionados e à base de ingrediente fonte de fibras, como pães, biscoitos, bolos etc. A utilização da fibra de

caju seria uma alternativa para obtenção de novos produtos, aproveitamento de resíduos e fortalecimentos da economia local. (PINHO, 2009).

De acordo com os dados da Associação Brasileira de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI), o Brasil foi responsável pela comercialização de 1,475 milhões de toneladas de biscoitos em 2019, sendo 0,029 milhões de tons biscoitos tipo cookies, com estimativa de consumo per capita de 7,021 kg de biscoitos por habitante (ABIMAPI, 2020). Diante desses dados o cenário econômico para esse segmento é animador, aliado à procura do consumidor por variedade de produtos tradicionais, porém que tenham composições mais saudáveis em sua formulação, e que atendam às necessidades nutricionais de diversos públicos.

Dentro desse contexto, este trabalho objetivou utilizar o resíduo do pedúnculo do caju, na forma de ingrediente com relevante teor de fibras na formulação de biscoito do tipo “cookies”, como alternativa de seu aproveitamento e agregar valor a um dos subprodutos da cajucultura. Realizou-se o estudo das etapas de processamento, desde a obtenção do resíduo, até a produção dos biscoitos tipo “cookies”, detalhando cada etapa, equipamentos utilizados, e levando em consideração os balanços de massa. Em seguida, são apresentados os custos envolvidos no processo, e a viabilidade econômica do produto. Por fim, são inferidas as considerações finais.

## **REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **Pedúnculo do caju**

É o pseudofruto do cajueiro, sendo a parte macia e suculenta de onde é extraída a polpa do caju. Possui alto valor nutritivo, sendo constituído por minerais como cálcio, ferro e fósforo, compostos fenólicos, principalmente, taninos, antocianinas e carotenoides, e pigmentos responsáveis pelas colorações características em sua película (PINHO, 2009).

O pedúnculo do caju é um dos frutos mais ricos em vitamina C, com cerca de 257 mg/100g, sendo de 4 a 5 vezes mais rico que a laranja, que é composta por cerca de 32,8 mg/100g de vitamina C (TBCA, 2021). Seu aproveitamento ainda acontece em grande parte de forma tradicional, através da produção da polpa, suco e doce. O desenvolvimento de novos produtos se faz necessário diante da demanda de absorver toda sua produção, oferecendo alternativas de beneficiamento, levando em consideração a alta perecibilidade desse fruto, o que acarreta grandes perdas pós-colheita.

### **Aproveitamento de resíduos**

Em 2019 o Brasil produziu em torno de 43 milhões de toneladas de frutas, sendo um dos maiores produtores, ficando em terceiro lugar por dois anos consecutivos (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI, 2019). O beneficiamento de frutas gera uma enorme quantidade de resíduos através da produção de polpa, suco, doces etc. Esses resíduos geralmente são cascas, bagaços, e sementes, que em sua maioria são destinados para ração animal, ou descartados no lixo.

Apenas pequena quantidade dos resíduos agroindustriais são recuperados como subprodutos. É necessário a criação de alternativas para elaboração de novos produtos, aumentando seu valor agregado, e diminuindo o impacto ambiental que seria gerado com seu descarte inadequado (QUIRINO, 2016).

De acordo com Brandão (2016), o bagaço do pedúnculo do caju é constituído pela polpa remanescente e película, obtido após a remoção da castanha e extração do suco. Esse resíduo é composto por altos níveis de nutrientes como fibras, vitaminas e sais minerais.

O bagaço do pedúnculo possui grande quantidade de compostos antioxidantes associados a matriz da fibra, elevando seu valor na utilização como fibra dietética. Pode ser considerado fonte de vitamina C, já que 75% do ácido ascórbico presente no pedúnculo do caju permanece no resíduo. A composição nutricional mostra seu potencial na utilização em produtos alimentícios, pois possui alto valor nutritivo agregado, em razão de suas propriedades funcionais (CARVALHO, *et al.*, 2020).

### **Biscoito tipo “Cookies”**

Segundo a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, “biscoitos são produtos obtidos a partir da mistura de farinhas, amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processo de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos” (BRASIL,2005).

No cenário mundial, no ano de 2019, o Estados Unidos ocupou a primeira colocação vendendo 2,662 milhões de toneladas de biscoitos, seguido da Índia, China, e Brasil que ocupou a quarta colocação vendendo 1,265 milhões de toneladas. O biscoito tipo cookies está na ponta mais alta da tabela como produto de alto valor agregado (ABIMAPI, 2020).

Segundo Uchôa (2007) os biscoitos tipo cookies possuem alguns atrativos, como a considerável longa vida de prateleira, variedades de sabores disponíveis, e uma boa aceitação, principalmente no público infantil. É crescente o apelo nutricional em relação aos produtos comercializados disponíveis no mercado, por isso atualmente os cookies têm sido formulados

com a substituição da farinha de trigo por: farinhas de resíduos de frutas, farelo ou farinha de arroz, farinha de aveia, fibra de milho etc. São enriquecidos com fibras, proteínas, resíduos de frutas ou ingredientes que promovam a melhoria na qualidade da dieta.

### **Alimentos funcionais**

A portaria nº 18, de 30 de abril de 1999 da ANVISA, define alegação de propriedade funcional, um alimento ou ingrediente que além de suas funções nutricionais básicas, quando consumido usualmente como parte da dieta, produza efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, sendo seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999).

Os alimentos funcionais podem assumir algumas classificações. Podem ser enriquecidos, especialmente criados com a finalidade de diminuir riscos no desenvolvimento de doenças para determinado público. E podem ser desenvolvidos de forma convencional, porém com adição de componentes como fibras alimentares, antioxidantes, ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas etc., com o objetivo de promover resultados positivos à saúde (BALDISSERA, *et al.*, 2011).

### **METODOLOGIA**

A obtenção do resíduo para utilização na produção dos biscoitos tipo cookies foi proveniente do processamento do pedúnculo do caju para produção da polpa (figura 1), e armazenado sob congelamento.

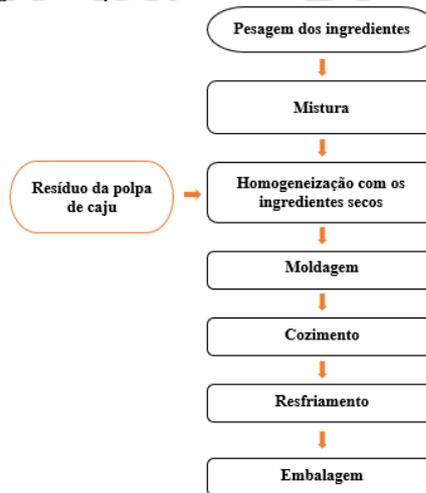
**Figura 01:** Resíduo da polpa de caju



**Fonte:** Própria (2021).

As etapas de processamento do biscoito funcional do tipo cookies adicionado com o resíduo da polpa de caju estão descritas através do fluxograma descrito na figura 2.

**Figura 02:** Fluxograma do processamento de biscoito funcional do tipo cookies



Fonte: Própria (2021).

### **Pesagem dos ingredientes**

Para garantir a padronização das bateladas, os ingredientes da formulação foram devidamente pesados em balança de plataforma com célula de carga em aço inox. Após a pesagens os ingredientes foram colocados em sacos plásticos, devidamente identificados e agregados de forma manual às massas.

### **Mistura**

A mistura deve exercer uma ação mecânica sobre os compostos da formulação dos biscoitos, com o objetivo de obter uma massa homogênea (SENAI, 2016). Nesta etapa foram adicionados à bateadeira planetária o óleo de coco, ovos e açúcar. Estes ingredientes são misturados para que seja formado um creme homogêneo.

### **Homogeneização dos ingredientes secos**

O resíduo de caju armazenados sob congelamento foram descongelados sob refrigeração, na faixa de 10°C a 15 °C, antes da sua utilização na formulação. Nesta etapa foram adicionados à mistura, além do resíduo da polpa de caju, os ingredientes secos. São eles: farinha de arroz, farinha de aveia, gotas de chocolate meio amargo, castanha de caju triturada, semente de chia e fermento. Misturou-se novamente até obter uma massa com consistência adequada e ingredientes devidamente homogeneizados.

### **Moldagem**

A massa final homogeneizada na batedeira, foi transportada manualmente para a fase de formação e corte do biscoito em máquina extrusora. Esse equipamento garante a moldagem dos biscoitos de forma padronizada.

### **Cozimento**

Os biscoitos foram dispostos em assadeiras e levados para o forno industrial até atingir o ponto ideal de cozimento. De acordo com Bertolino e Braga (2017), para biscoitos do tipo cookies a temperatura pode variar de 220 a 270°C, e o tempo de cozimentos pode chegar a 15 minutos, pois possuem alto peso cru.

### **Resfriamento**

Após sair do forno, os biscoitos tipo cookies foram encaminhados para um túnel de resfriamento, composto por uma esteira coberta por capotas que resfria o ar que circula e permanece no interior do túnel.

Assim que os biscoitos saem do forno sua estrutura ainda não é estável. É durante o resfriamento que a umidade residual será evaporada e sua estrutura irá solidificar definitivamente. Caso essa etapa não seja bem executada, o produto pode apresentar trincas e se tornar quebradiço.

### **Embalagem**

Após a etapa de resfriamento os biscoitos tipo cookies foram conduzidos até a área de embalagem e envasados em uma máquina de embalagem vertical. As embalagens foram preenchidas com 6 unidades, de forma que fiquem empilhados em 2 unidades.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na indústria de alimentos os produtos são elaborados pela transformação química ou física dos insumos utilizados. As transferências de massa e energia são as mais significativas e envolvem várias operações unitárias. O balanço de massa foi calculado, a partir de formulação própria descrita na tabela 2, para estimar as quantidades de matéria prima a serem utilizadas para uma produção de 1 ciclo. Os biscoitos tipo cookies produzidos pesarão em média 20g, e irão compor uma embalagem de 120g.

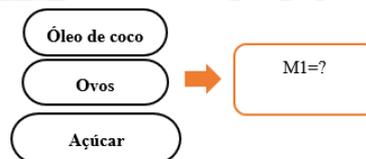
**Tabela 01:** Formulação para 1 ciclo

Ingredientes	Quantidade (Kg)
Açúcar demerara	9,5
Farinha de arroz	8,0
Farinha de aveia	8,0
Resíduo de caju	7,0
Óleo de coco	5,5
Ovos	5,2
Gotas de chocolate meio amargo	5,0
Castanha de caju	4,0
Semente de Chia	0,2
Fermento	0,2

Fonte: Própria (2021).

Podemos ver no fluxograma (Figura 3) as correntes de entradas e saídas do sistema, para a primeira etapa do processo.

**Figura 03:** Correntes de entrada e saída da primeira etapa de mistura



Fonte: Própria (2021).

Onde:

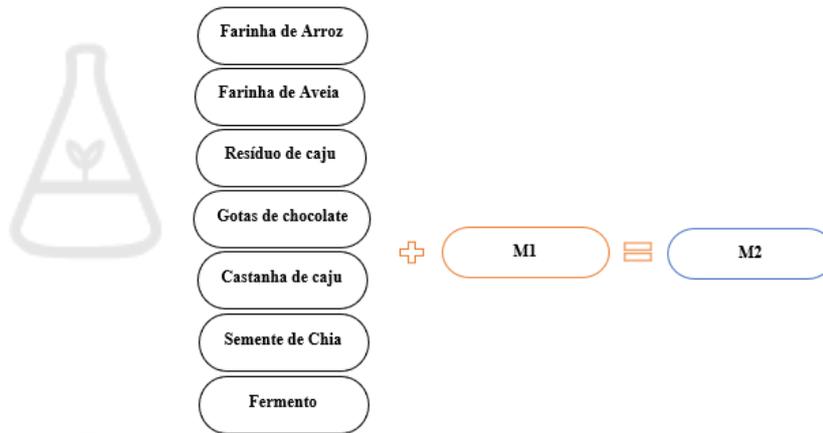
M1: Vazão mássica resultante da 1ª etapa de mistura (Kg/Ciclo de mistura).

Balanço de massa global:

$$\begin{aligned} \sum \dot{m}_{\text{entra}} &= \sum \dot{m}_{\text{sai}} \\ \dot{m}_{\text{óleo}} + \dot{m}_{\text{ovos}} + \dot{m}_{\text{açúcar}} &= \dot{m}_1 \\ 5,5 + 5,2 + 9,5 &= \dot{m}_1 \\ \dot{m}_1 &= \mathbf{20,2 \text{ Kg/Ciclo}} \end{aligned}$$

Para a segunda etapa do processo de mistura, temos o acréscimo do resíduo de caju, e demais ingredientes, conforme o fluxograma a seguir (Figura 4).

**Figura 04:** Representação das correntes de entrada e saída para a segunda etapa de mistura



**Fonte:** Própria (2021).

Onde:

M1: Vazão mássica resultante da 1ª etapa de mistura (Kg/Ciclo de mistura).

M2: Vazão mássica resultante da 2ª etapa de mistura (Kg/Ciclo de mistura).

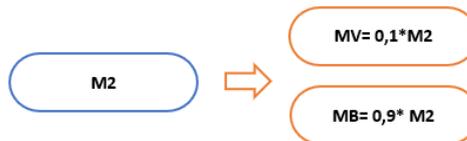
Logo, pelo balanço de massa:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{\text{farinhadearroz}} + \dot{m}_{\text{farinhadeaveia}} + \dot{m}_{\text{bagaço}} + \dot{m}_{\text{g.chocolate}} + \dot{m}_{\text{castanha}} + \dot{m}_{\text{chia}} + \dot{m}_{\text{fermento}} + \dot{m}_1 &= \dot{m}_2 \\ 8 + 8 + 7 + 5 + 4 + 0,2 + 0,2 + 20,2 &= \dot{m}_2 \\ \dot{m}_2 &= \mathbf{52,6 \text{ kg/ciclo}} \end{aligned}$$

### Balanço de massa global para a etapa de cozimento e resfriamento

Para essas etapas consideramos que os efeitos de evaporação dos componentes líquidos, constituintes da massa, resultou em uma perda total de água de 10% do valor da massa crua (Figura 5).

**Figura 05:** Representação das correntes de entrada e saída para as etapas de cozimento e resfriamento



**Fonte:** Própria (2021).

Onde:

M2: Vazão mássica resultante da 2ª etapa de mistura (Kg/Ciclo de mistura).

MV: Vazão mássica de vapor (Kg/ciclo).

MB: Vazão mássica de biscoito (Kg/ciclo).

$$\begin{aligned} \dot{m}_{\text{Vapor}} &= 0,1 * \dot{m}_2 \\ \dot{m}_{\text{Vapor}} &= 0,1 * 52,6 \\ \dot{m}_{\text{Vapor}} &= \mathbf{5,3 \text{ Kg de vapor/Ciclo}} \\ \dot{m}_{\text{Biscoito}} &= 0,9 * \dot{m}_2 \\ \dot{m}_{\text{Biscoito}} &= 0,9 * 52,6 \end{aligned}$$

$$\dot{m}_{\text{Biscoito}} = 47,3 \text{ Kg de Biscoitos/Ciclo}$$

A partir dos cálculos de balanço de massa pode-se concluir que um ciclo produtivo é capaz de produzir 47,3 kg de biscoitos tipo cookies, que equivalem 2.365 unidades de biscoito de 20g, e cerca de 394 embalagens. Cada embalagem pesará 120 gramas e será composta por 6 biscoitos.

Considerando que o tempo total de um ciclo é de aproximadamente 40 minutos, 8 horas de produção diária corresponderiam a 12 ciclos, resultando na utilização de aproximadamente 4728 embalagens por dia.

### Balanço de massa por componente do produto acabado

Para se conhecer a fração mássica de cada componente do produto acabado, é necessário realizar os cálculos de balanço de massa por componente, onde os termos de geração e acúmulo são desconsiderados. As informações necessárias para a realização dos cálculos foram obtidas através da tabela TACO (2011) e TBCA (2020).

Os valores utilizados como referência para a composição média do resíduo do pedúnculo de caju, foram extraídos dos resultados obtidos por Pinho (2009), para as análises químicas e físico-químicas do resíduo do pedúnculo de caju.

### Balanço de massa por componente, fração carboidrato (Xc)

$$\begin{aligned} \dot{m}_{Ov}.Xc + \dot{m}_{\acute{O}C}.Xc + \dot{m}_{A\grave{c}}.Xc + \dot{m}_{FAR}.Xc + \dot{m}_{FAV}.Xc + \dot{m}_{Bag}.Xc + \dot{m}_{Cho}.Xc + \\ \dot{m}_{Cas}.Xc + \dot{m}_{Chi}.Xc = \dot{m}_{Bisc}.Xc + \dot{m}_{Vap}.Xc \\ (5,2,0,016) + (9,5,0,983) + (8,0,797) + (8,0,67) + (7,0,0248) + (5,0,624) + (4,0,302) + \\ (0,2,0,421) = 47,3. Xc \\ Xcb = 0,54 \end{aligned}$$

### Balanço de massa por componente, fração proteínas (Xp)

$$\begin{aligned} \dot{m}_{Ov}.Xp + \dot{m}_{\acute{O}C}.Xp + \dot{m}_{A\grave{c}}.Xp + \dot{m}_{FAR}.Xp + \dot{m}_{FAV}.Xp + \dot{m}_{Bag}.Xp + \\ \dot{m}_{Cho}.Xp + \dot{m}_{Cas}.Xp + \dot{m}_{Chi}.Xp = \dot{m}_{Bisc}.Xp + \dot{m}_{Vap}.Xp \\ (5,2,0,13) + (9,5,0,0035) + (8,0,009) + (8,0,149) + (7,0,0207) + (5,0,049) + (4,0,182) + \\ (0,2,0,165) = 47,3. Xp \\ Xpb = 0,06 \end{aligned}$$

### Balanço de massa por componente fração gordura (Xg)

$$\begin{aligned} \dot{m}_{Ov}.Xg + \dot{m}_{\acute{O}C}.Xg + \dot{m}_{A\grave{c}}.Xg + \dot{m}_{FAR}.Xg + \dot{m}_{FAV}.Xg + \dot{m}_{Bag}.Xg + \dot{m}_{Cho}.Xg + \dot{m}_{Cas}.Xg + \dot{m}_{Chi}.Xg \\ = \dot{m}_{Bisc}.Xg + \dot{m}_{Vap}.Xg \\ (5,2,0,089) + (5,5,0,991) + (9,5,0,0002) + (8,0,011) + (8,0,07) + (7,0,0024) + (5,0,299) + \\ (4,0,438) + (0,2,0,307) = 47,3. Xg \\ Xgb = 0,21 \end{aligned}$$

### Balanco de massa por componente, fração cinzas (Xz)

$$\begin{aligned} \dot{m}_{Ov}.Xz + \dot{m}_{OC}.Xz + \dot{m}_{Ac}.Xz + \dot{m}_{FAr}.Xz + \dot{m}_{FAv}.Xz + \dot{m}_{Bag}.Xz + \dot{m}_{Cho}.Xz + \\ \dot{m}_{Cas}.Xz + \dot{m}_{Chi}.Xz = \dot{m}_{Bisc}.Xz + \dot{m}_{Vap}.Xz \\ (5,2.0,008) + (5,5.0,0003) + (9,5.0,0049) + (8.0,007) + (8.0,013) + (7.0,0026) + (5.0,018) + \\ (4.0,0254) + (0,2.0,048) = 47,3. Xz \\ Xzb = 0,01 \end{aligned}$$

### Balanco de massa por componente, fração fibras (Xf)

$$\begin{aligned} \dot{m}_{Ov}.Xf + \dot{m}_{OC}.Xf + \dot{m}_{Ac}.Xf + \dot{m}_{FAr}.Xf + \dot{m}_{FAv}.Xf + \dot{m}_{Bag}.Xf + \dot{m}_{Cho}.Xf + \dot{m}_{Cas}.Xf + \dot{m}_{Chi}.Xf = \\ \dot{m}_{Bisc}.Xf + \dot{m}_{Vap}.Xf \\ (8.0,103) + (7.0,125) + (5.0,049) + (4.0,033) + (0,2.0,344) = 47,3. Xf \\ Xfb = 0,045 \end{aligned}$$

### Balanco de massa por componente, fração umidade (Xu)

$$\begin{aligned} \dot{m}_{Ov}.Xu + \dot{m}_{OC}.Xu + \dot{m}_{Ac}.Xu + \dot{m}_{FAr}.Xu + \dot{m}_{FAv}.Xu + \dot{m}_{Bag}.Xu + \dot{m}_{Cho}.Xu + \dot{m}_{Cas}.Xu + \dot{m}_{Chi}.Xu \\ = \dot{m}_{Bisc}.Xu + \dot{m}_{Vap}.Xu \\ (5,2.0,756) + (5,5.0,0003) + (9,5.0,0081) + (8.0,116) + (8.0,098) + (7.0,757) + (5.0,01) + \\ (4.0,052) + (0,2.0,058) = 47,3. Xu \\ Xub = 0,24 \end{aligned}$$

Com os resultados obtidos para os componentes, obtêm-se a composição final do biscoito funcional do tipo cookies com resíduos da polpa de caju, em embalagens cujo conteúdo líquido é de 120g (6 biscoitos), conforme a tabela 3.

**Tabela 02:** Fração Mássica por componente equivalente a 120g (1 embalagem)

Componentes	Fração mássica	Quantidade g/120g
Carboidratos	0,54	64,8
Proteínas	0,06	7,20
Gorduras	0,21	25,20
Cinzas	0,01	1,20
Fibra	0,045	5,40
Umidade	0,238	28,56

Fonte: Própria (2021).

### Caracterização do biscoito funcional do tipo cookies adicionado com resíduo da polpa de caju

O valor calórico total foi calculado para uma porção de 30 g, conforme estabelecido na RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003 da ANVISA, para biscoito.

$$VCT = [(C \times 4) + (P \times 4) + (G \times 9)] \text{ Kcal}$$

$$VCT = [(16,2 \times 4) + (1,8 \times 4) + (6,3 \times 9)]$$

$$VCT = 120,3 \text{ Kcal}$$

Legenda:

**C:** Teor de carboidratos; **P:** Teor de proteínas; **G:** Teor de gorduras

A partir desses dados foi possível elaborar as informações nutricionais (Tabela 4), para uma embalagem de 120g (6 biscoitos), com sugestão de rótulo representado na figura 06.

**Tabela 03:** Informação Nutricional  
**INFORMAÇÃO NUTRICIONAL**  
Porção de 30 g (1 ½ biscoitos)

Quantidade por porção		%VD(*)
Valor Energético	128 Kcal = 506 KJ	6
Carboidratos	16g	5
Proteínas	2,1g	3
Gorduras Totais	5,1g	9
Gorduras saturadas	1,0g	5
Gordura <i>Trans</i>	0g	**
Fibra Alimentar	1,3g	5
Sódio	7,3mg	1

Fonte: Própria (2021).

\*Valores diários com base em uma dieta de 2.000 Kcal ou 8400 KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

\*\* VD não estabelecido.

**Figura 06:** Rotulagem



Fonte: Própria (2021).

### **Análise econômica e viabilidade financeira**

Com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica do produto proposto, realizou-se a análise econômica para obter seu preço unitário e o preço de venda. Foram levados em consideração os custos com investimento em máquinas e utensílios, custo energético da produção, custos com mão de obra, matéria prima e embalagens, descritos nas tabelas a seguir.

**Tabela 4:** Consumo mensal de energia dos equipamentos

Quantidade	Equipamentos	Consumo (kWh/mês)	Custo (R\$)
1	Balança com plataforma	2,64	1,85
1	Freezer vertical	205,92	144,50
1	Batedeira industrial	704	494,01
1	Máquina extrusora	756	530,50
2	Forno industrial	2.268	3.183,04
1	Túnel de resfriamento	2.117	1.485,56
1	Embaladora vertical	540	378,93
	<b>Total:</b>		<b>6.218,39</b>
	<b>Total/dia:</b>		<b>9,42</b>

Fonte: Própria (2021).

**Tabela 5:** Cargos e custos mensais com os colaboradores

Quant.	Função	Salário Bruto Unitário (R\$)	Salário + Encargos (R\$)	Total (R\$)
1	Padeiro	1.100,00	2.065,78	2.065,78
4	Auxiliar de produção	1.100,00	2.065,78	8.263,12
2	Auxiliar de serviços gerais	1.100,00	2.065,78	4.131,56
1	Supervisor de Qualidade	1.650,00	2.873,67	2.873,67
1	Engenheiro de Alimentos	4.400,00	6.297,11	6.297,11
2	Auxiliar administrativo	1.100,00	2.065,78	2.065,78
1	Promotor de vendas	1.100,00	2.065,78	2.065,78
1	Motorista	1.100,00	2.065,78	2.065,78
	<b>Total:</b>			<b>29.828,58</b>
	<b>Total/dia:</b>			<b>994,28</b>

Fonte: Própria (2021).

**Tabela 6:** Custos por batelada com insumos para produção

Ingredientes (Kg)	Quantidade (12 ciclos)	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Açúcar Demerara	114	3,49 <sup>1</sup>	397,86
Farinha de arroz	96	5,36 <sup>2</sup>	514,56
Farinha de aveia	96	6,40 <sup>2</sup>	614,40
Bagaço de caju	84	0,00	0,00
Óleo de coco	66	39,90 <sup>3</sup>	2633,40
Ovos	62,4	8,07*	503,56*
Gotas de chocolate meio amargo	60	17,13 <sup>1</sup>	1027,80
Castanha de caju	48	36,00 <sup>4</sup>	1728,00
Semente de Chia	2,4	15,98 <sup>2</sup>	38,35
Fermento	2,4	14,99 <sup>2</sup>	35,97
Embalagem (BOPP) (Unid)	4728	0,18	851,04
		<b>Total por dia:</b>	<b>8.344,94</b>
		<b>Total por ciclo:</b>	<b>695,41</b>

Fonte: Própria (2021).

Os custos diários totais foram somados, e ao final divididos pela quantidade de embalagens de 120g produzidas em 12 ciclos, um dia de trabalho, que equivalem a 4.728 embalagens (Tabela 8).

**Tabela 07:** Custo unitário por embalagem

<b>Custo</b>	<b>Valor por dia (R\$)</b>
Energia elétrica	9,42
Mão de obra	994,28
Insumos	8.344,94
<b>Custo Total Diário:</b>	<b>9.348,64</b>
<b>Valor Unitário:</b>	<b>1,98</b>

Fonte: Própria (2021).

Com a finalidade de determinar o valor final de venda do produto, realizou-se um levantamento de preço de produtos semelhantes, tendo em vista que não existe produto idêntico ao proposto. Os dados para comparação expostos na tabela 9 foram obtidos com pesquisa virtual.

**Tabela 08:** Pesquisa de mercado para produtos semelhantes

<b>Produto</b>	<b>Marca</b>	<b>Preço</b>
Cookies integrais 120g	Mãe Terra	6,99
Gran cookies 120g	Jasmine	8,60
Cookies Integrais 120g	Vitao	8,50
	<b>Preço médio</b>	<b>8,03</b>

Fonte: Própria (2021).

A tabela 9 mostra que o preço médio para produtos semelhantes é de R\$8,03. Para calcular o preço de venda considerou-se uma margem de lucro de 50%, tomando como base o índice *Mark-up*, utilizado na formação de preço de venda de um produto, citado por Slongo (2012).

$$\text{Preço de venda} = \frac{\text{Custo por unidade (R\$)}}{100 - \% \text{Mark-up}} * 100$$

$$\text{Preço de venda} = \frac{1,98}{100 - 50} * 100 = \mathbf{R\$3,96}$$

Portanto, o preço para venda em atacado foi de R\$3,96, gerando uma margem de lucro de 50%. Levando em consideração a margem de lucro colocada pelo comerciante, o biscoito funcional tipo cookies com resíduo da polpa de caju chegará ao consumidor final com um preço competitivo em relação aos produtos similares oferecidas no mercado, tornando-se uma opção acessível ao público ao qual se destina, além de ser uma opção diferenciada e exclusiva.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados para os cálculos estimados, é possível concluir que a produção do biscoito funcional do tipo cookies adicionado com resíduo da polpa de caju é economicamente viável. Sua elaboração requer um processo de produção simples e não

necessita de equipamentos com alta tecnologia. Foi possível elaborar um alimento de maior valor nutricional, enriquecido em proteínas, boa fonte de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, vitaminas e minerais, e a utilização de ingredientes com relevante teor de fibras como: resíduo da polpa de caju, farinha de aveia, e semente de chia. Pensando em uma sociedade que passa por constantes mudanças que afetam diretamente seu cotidiano, a linha de produção sugerida no estudo apresenta potencial para atender as novas tendências de mercado, reunindo sabor, considerável aporte nutricional, preço acessível, e consciência ambiental, pois é um projeto que incentiva a aplicação de subprodutos agroindustriais na produção de alimentos, reduzindo seu descarte no lixo, e agregando valor a uma matéria-prima pouco utilizada na indústria de alimentos.

## REFERÊNCIAS

- ABIMAPI. **Anuário ABIMAPI.** (2020). Disponível em: <[https://www.abimapi.com.br/anuario/anuario.html#your\\_book\\_name/1](https://www.abimapi.com.br/anuario/anuario.html#your_book_name/1)>. Acesso em: 01 mar. 2021.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI.** Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2019. 96 p. Disponível em: [http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2020/05/HORTIFRUTI\\_2020.pdf](http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2020/05/HORTIFRUTI_2020.pdf). Acesso em: 04 mar. 2021.
- ALVES, F. M. S.; MACHADO, A. V., QUEIROGA, K. H. **Alimentos produzidos a partir de farinha de caju, obtida por secagem.** Revista verde (Mossoró- RN- Brasil) v.6, n.3, p.131-138 julho/ setembro de 2011.
- ARANHA, Deiselaine Caroline *et al.* **Avaliação sensorial de biscoito tipo “cookie” funcional e enriquecido em proteínas.** Revista Linguagem Acadêmica, Batatais, v. 7, n. 5, p. 23-34, jul./dez. 2017.
- BALDISSERA, Ana Carolina et al. **Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas proteicas a base de soro de leite.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1497-1512, out./dez. 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/5094/9041>. Acesso em: 10 mar. 2021.
- BANCO DO BRASIL. **Fruticultura: Caju.** Desenvolvimento Regional Sustentável. Série Cadernos de Propostas Para Atuação Em Cidades Produtivas. Brasília, v.4, 2010.
- BERTOLINO, Marco Túlio; BRAGA, Alexandre. **Ciência e Tecnologia para a Fabricação de Biscoitos:** handbook do biscoiteiro. 1. ed. São Paulo: Livraria Varela: Revista Higiene Alimentar, 2017.
- BRANDÃO, Vanderson Alves Agra. **RESFRIAMENTO E CONGELAMENTO DE SÓLIDOS COM FORMA COMPLEXA VIA TÉCNICA DA FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL. ESTUDO DE CASO: PEDÚNCULO DO CAJU.** 2016. 158 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/500>. Acesso em: 03 mar. 2021.

BRASCOOL. Mesa pia aço inox industrial com paineleiro e uma cuba 50x40x25 – 160x70x90. Disponível em: <https://www.lojabrazil.com.br/mesa-pia-aco-inox-industrial-com-paneleiro-e-uma-cuba-50x40x25cm-160x70x90-cm-brascool-3709.html>. Acesso em: 22 mar. 2021.

BRASIL. Presidência da república. Medida provisória nº 1.021, de 30 de dezembro de 2020. **Dispõe sobre o valor do salário-mínimo a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2021.** Diário Oficial da União. 31 dez. 2020. Disponível em: [https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/medida-provisoria-n-1.021-de-30-de-dezembro-de-2020-297208167#:~:text=O%20PRESIDENTE%20DA%20REP%3%9ABLICA%2C%20no,\(mil%20e%20cem%20reais\)](https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/medida-provisoria-n-1.021-de-30-de-dezembro-de-2020-297208167#:~:text=O%20PRESIDENTE%20DA%20REP%3%9ABLICA%2C%20no,(mil%20e%20cem%20reais).). Acesso em: 22 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. **Diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos.** Diário Oficial da União. 03 dez. 1999. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/26339> Acesso em: 07 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 54, de 11 de novembro de 2012. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar.** Diário Oficial da União. 13 de nov. 2012. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/4825974/%281%29RDC\\_54\\_2012\\_.pdf/921d3c25-cef9-40d8-9b3f-7861eb7b8235](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/4825974/%281%29RDC_54_2012_.pdf/921d3c25-cef9-40d8-9b3f-7861eb7b8235). Acesso em: 09 de abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.**

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 359, de 23 de dezembro de 2003. **Aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional.** Diário Oficial da União. 26 dez. 2003. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27323>. Acesso em: 21 mar. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Decreto-Lei nº 4.950-A, de 22 de abril 1966. **Dispõe sobre a remuneração de profissionais diplomados em Engenharia, Química, Arquitetura, Agronomia e Veterinária.** Diário Oficial da União. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4950a.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4950a.htm). Acesso em: 22 mar. 2021.

CARVALHO, Diana Valesca *et al.* **Obesidade e fibra dietética: destaque para a fibra de caju. Brazilian Journal Of Development.** Curitiba, p. 43474-43488. jul. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/12688#:~:text=A%20fibra%20do%20baga%3%A7o%20de%20caju%20apresenta%20efeitos%20fisiol%3%B3gicos%20>

20funcionais,associado%20%C3%A0%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20SCFA. Acesso em: 07 mar. 2021.

**CALCULADOR. Cálculo de custo de funcionário para empresa.** Disponível em: <https://calculador.com.br/calculo/custo-funcionario-empresa>. Acesso em: 22 mar. 2021.

**CENTERMAQ. Mesa inox 100% 150x65. Sem grade inferior- Gastromixx.** Disponível em: <https://www.centermaqueipa.com.br/mesa-inox-100-150x65-sem-grade-inferior-gastromixx.html>. Acesso em 22 de mar. 2021.

**COSERN. Companhia de Energética do Rio Grande do Norte. Tabela de Tarifas e Preços**

**Finais de Energia Elétrica Grupo B.** Disponível em:

[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://servicos.cosern.com.br/residencial-rural/Documents/tarifa-2020/COSERN\\_TARIFAS\\_DE\\_ENERGIA\\_ELETRICA\\_JULHO\\_2020\\_%2520REH\\_N\\_2.677\\_Grupo\\_B.pdf&ved=2ahUKewjsr\\_OicXvAhWFD7kGHdk7BQAQFjADegQIFhAC&usg=AOvVaw0Xti9ICHQIbNIE\\_1Rdg8qU](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://servicos.cosern.com.br/residencial-rural/Documents/tarifa-2020/COSERN_TARIFAS_DE_ENERGIA_ELETRICA_JULHO_2020_%2520REH_N_2.677_Grupo_B.pdf&ved=2ahUKewjsr_OicXvAhWFD7kGHdk7BQAQFjADegQIFhAC&usg=AOvVaw0Xti9ICHQIbNIE_1Rdg8qU).

DEL GOBBO, L. C.; FALK, M. C.; FELDMAN, R.; LEWIS, K.; MOZAFFARIAN, D. **Effects of tree nuts on blood lipids, apolipoproteins, and blood pressure: systematic review, meta-analysis, and dose-response of 61 controlled intervention trials-3.** The American Journal of Clinical Nutrition, [s.l.], v. 102, n. 6, p. 1347-1356, 2015.

Diário Oficial da União. 23 set. 2005. Disponível em:

<http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27619> Acesso em: 07 mar. 2021.

**DUTRA MÁQUINAS. Balança digital com plataforma capacidade 50 kg- DP50P.**

Disponível em: [https://www.dutramaquinas.com.br/p/balanca-digital-com-plataforma-capacidade-50-kg-dp50-dp-50p?gclid=CjwKCAjwgOGCBhAIEiwA7FUXkiSskW0xH8qHTydEy8Qi0\\_9S2K5OkS0E2CMwPojdJLR-kZRv1BC-whoCjTIQAvD\\_BwE](https://www.dutramaquinas.com.br/p/balanca-digital-com-plataforma-capacidade-50-kg-dp50-dp-50p?gclid=CjwKCAjwgOGCBhAIEiwA7FUXkiSskW0xH8qHTydEy8Qi0_9S2K5OkS0E2CMwPojdJLR-kZRv1BC-whoCjTIQAvD_BwE). Acesso em: 16 de mar. 2021.

**FERNETO. Batedeira industrial 140 litros BTI140.** 2021. Disponível em:

<https://ferneto.com/equipments/batedeira-industrial-bti/batedeira-industrial-140-litros-bti140/?equipmentID=420#gallery-intro-section>. Acesso em: 16 mar. 2021.

**FORMAX BR.** Disponível em: <<http://www.formaxbr.com.br>>. Acesso em: 22 mar. 2021.

**INDIAMART INTERMESH LTD. Automatic form fill seal packing machine.**

Disponível em: <https://www.indiamart.com/proddetail/automatic-form-fill-seal-packing-machine-1832195573.html>. Acesso em: 22 mar. 2021.

**INDUSTRIAL, Senai. Serviço de Aprendizagem. Industrialização de pães, massas e biscoitos.** São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016.

**LIMAQ MÁQUINAS. Túnel de resfriamento para biscoitos.** Disponível em:

<[www.limaqmaquinas.com.br](http://www.limaqmaquinas.com.br)>. Acesso em: 22 mar. 2021.

MÁQUINAS WANDDER. **Extrusora para biscoitos modelo EMAX.** Disponível em: <https://maquinaswandder.webnode.com.br/products/extrussora-emax/>. Acesso em 17 mar. 2021.

METALFRIO. **VF55 Freezer e conservador vertical dupla ação 539 litros.** Disponível em: <https://www.centraldofreezer.com.br/vf55?parceiro=2364>. Acesso em: 22 mar. 2021.

OLIVEIRA, Vanessa Klug de. **Propriedades funcionais, nutricionais e antimicrobianas de chia em grão, farinha e mucilagem e aplicação em biscoitos.** 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em: [http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/3935/1/Dissertacao\\_Vanessa\\_Klug.pdf](http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/3935/1/Dissertacao_Vanessa_Klug.pdf). Acesso em: 20 abr. 2021.

PINHO, Livia Xerez. **Aproveitamento Do Resíduo Do Pedúnculo De Caju (Anacardium occidentale L.) Para Alimentação Humana.** 2009. 96 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <https://silo.tips/download/aproveitamento-do-residuo-do-pedunculo-de-caju-anacardium-occidentale-l-para-ali> . Acesso em: 04 mar. 2021.

PINTO, Daiane dos Santos. **DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA VEGETAL À BASE DE AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU (Anacardium occidentale L.), ARROZ (Oryza sativa L.) E AMEIXA (Prunus domestica L.).** 2021. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: [http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/56720/3/dis\\_2021\\_dspinto.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/56720/3/dis_2021_dspinto.pdf). Acesso em: 20 abr. 2021.

PAIVA, F. F. A; Neto, R. M. S.; **Processamento do pedúnculo do caju: Polpa de caju pasteurizada e preservada quimicamente; 1ª edição** Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 2179- 8184. Fortaleza, dezembro/2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/881677/1/DO10006.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

PESSOA FILHO, Pedro de Alcântara. **Balances de Massa e Energia em Processos de Alimentos.** In: TADINI, Carmen Cecilia et al. Operações Unitárias na Indústria de Alimentos. Rio de Janeiro: Ltc, 2016. Cap. 2. p. 19-60.

QUIRINO, Eliakin Cassiano Gomes. **OBTENÇÃO DA FARINHA DO PEDÚNCULO DE CAJU E SEU EMPREGO NA FORMULAÇÃO DE BOLO RICO EM FIBRAS.** 2019. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15876/1/ECGQ25092019.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2021.

SERRANO, Luiz Augusto Lopes *et al.* **Sistema de Produção do Caju:** caju. 2016. Disponível em: [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeprod ucaolf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeprod ucaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=)

column-2&p\_p\_col\_count=1&p\_r\_p\_-76293187\_sistemaProducaoId=7705&p\_r\_p\_-996514994\_topicoId=10308. Acesso em: 01 mar. 2021.

SLONGO, G.R. **A formação do preço de venda dos produtos industrializados.** Artigo - Trabalho Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Contábeis. 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/79372/000897881.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 mar. 2021.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA – UNICAMP. - 4. ed. rev. e ampl. - Campinas: NEPA UNICAMP, 2011. 161 p.

**Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA).** Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: 07 mar. 2021.

UCHÔA, Ana Maria Athayde. **Adição de Pós Alimentícios Obtidos de Resíduos de Frutas Tropicais na Formulação de Biscoitos.** 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. Disponível em: <https://ppgcta.ufc.br/wp-content/uploads/2018/08/anauchoa.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2021.

## ESTUDO DE VIABILIDADE E PRODUÇÃO ARTESANAL DE FERMENTADO DE FRUTA: SAPOTI E CAJÁ-UMBU

### ESTUDIO DE VIABILIDAD Y PRODUCCIÓN ARTESANAL DE FRUTAS FERMENTADAS: SAPOTI Y CAJÁ-UMBU

#### FEASIBILITY STUDY AND ARTISANAL PRODUCTION OF FRUIT FERMENTED: SAPOTI AND CAJÁ-UMBU

Mariana Girão Rabelo Amorim<sup>1</sup>; Maryana Melo Frota<sup>2</sup>; Larissa Morais Ribeiro da Silva<sup>3</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-27-0.342-343>

#### RESUMO

O uso de frutas tropicais na produção de bebidas fermentadas é interessante como forma de agregar valor a frutos regionais e como meio de continuidade de vendas fora da sazonalidade. A união do Sapoti e do Cajá-Umbu traz ao fermentado originalidade e regionalidade, pois o Nordeste se destaca como polo produtor dos frutos. O cajá-umbu (*Spondias mombin* L.), é um fruto proveniente de regiões semiáridas e litorâneas que apresenta casca fina e lisa, coloração amarelada e presença de endocarpo com possibilidade de uso na sua forma processada. Já o Sapoti, é um fruto suculento com aroma e sabor agradável, características sensoriais com ótima aceitação, que favorece seu aproveitamento de forma industrial para produção de diversos produtos. A funcionalidade da bebida fermentada adicionada desses frutos está relacionada à capacidade dos frutos, após processo de fermentação, manterem suas características funcionais e compostos que os tornam nutritivos. O processamento de frutas permite prolongar a vida útil das mesmas, trazendo ao consumidor praticidade e facilidade, uma vez que frutos amadurecem e perdem qualidade, pós-colheita. Para elaboração do fermentado de frutas, os insumos foram adquiridos em comércio local de Fortaleza-CE e desenvolvido no Laboratório de Frutos e Hortaliças da UFC. Os frutos foram higienizados, despulpados, triturados. Em seguida a levedura *S. cerevisiae* foi inoculada, e o mosto foi submetido à fermentação. O período de fermentação durou 3 dias à temperatura ambiente, considerada ótima para a levedura utilizada. Ao final do período, a trasfega foi feita para recipiente de vidro medindo teor de sólidos solúveis, com o auxílio do refratômetro digital, obtendo 6,5 °Brix. Foram desenvolvidas as fichas técnicas e de custo da bebida. O produto se mostrou com bom rendimento (86,5%), com um custo médio de R\$ 13,50/Litro. A fermentação do fruto de sapoti junto com o de cajá mostrou ser viável e apresentou boas características sensoriais, mantendo o aroma e sabor particular dos frutos.

**Palavras-Chave:** Agroindústria, Processamento, Tropical.

#### RESUMEN

El uso de frutas tropicales en la producción de bebidas fermentadas es interesante como forma de añadir valor a las frutas regionales y como medio de seguir vendiendo fuera de la estacionalidad. La unión de Sapoti y Cajá-Umbu aporta originalidad y regionalidad a la bebida fermentada, pues el Nordeste se destaca como polo de producción de la fruta. El cajá-umbu (*Spondias mombin* L.), es un fruto de regiones semiáridas y costeras que tiene cáscara fina y lisa, color amarillento y presencia de endocarpo con posibilidad de uso en su forma procesada.

<sup>1</sup> Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, [amorimamar@gmail.com](mailto:amorimamar@gmail.com)

<sup>2</sup> Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, [mary.m.frota@gmail.com](mailto:mary.m.frota@gmail.com)

<sup>3</sup> Prof. Dra. Associada, Universidade Federal do Ceará, [larissamrs@yahoo.com.br](mailto:larissamrs@yahoo.com.br)

Ya el Sapoti, es una fruta jugosa con agradable aroma y sabor, características sensoriales con gran aceptación, lo que favorece su uso de forma industrial para la producción de diversos productos. La funcionalidad de la bebida fermentada añadida a estas frutas está relacionada con la capacidad de las mismas, tras el proceso de fermentación, de mantener sus características funcionales y los compuestos que las hacen nutritivas. El procesamiento de las frutas permite prolongar su vida útil, aportando al consumidor practicidad y facilidad, una vez que las frutas maduran y pierden calidad, postcosecha. Para la elaboración de la fruta fermentada, los insumos fueron adquiridos en el comercio local de Fortaleza-CE y desarrollados en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la UFC. Las frutas fueron desinfectadas, despulpadas y trituradas. A continuación se inoculó la levadura *S. cerevisiae* y se sometió el mosto a fermentación. El periodo de fermentación duró 3 días a temperatura ambiente, lo que se considera óptimo para la levadura utilizada. Al final del período, el mosto se transfirió a un recipiente de vidrio y se midió el contenido de sólidos solubles con la ayuda de un refractómetro digital, obteniendo 6,5 °Brix. Se elaboraron las fichas técnicas y de costes de la bebida. El producto mostró un buen rendimiento (86,5%), con un costo promedio de R\$ 13,50/litro. La fermentación del fruto de sapoti junto con el de cajá se mostró viable y presentó buenas características sensoriales, manteniendo el aroma y el sabor particular de los frutos.

**Palabras Clave:** Agroindustria, Procesamiento, Tropical.

#### ABSTRACT

The use of tropical fruits in the production of fermented beverages is interesting as a way to add value to regional fruits and as a means of continuing sales outside the seasonality. The union of Sapoti and Cajá-Umbu brings originality and regionality to the fermented beverage, since the Northeast region stands out as a fruit producing pole. The cajá-umbu (*Spondias mombin* l.) is a fruit from semi-arid and coastal regions that has a thin and smooth peel, yellowish color, and the presence of an endocarp that can be used in its processed form. Sapoti, on the other hand, is a juicy fruit with a pleasant aroma and flavor, sensory characteristics with great acceptance, which favors its use in an industrial manner for the production of various products. The functionality of the fermented beverage added to these fruits is related to the capacity of the fruits, after the fermentation process, to maintain their functional characteristics and compounds that make them nutritious. The processing of fruits allows to prolong their shelf life, bringing to the consumer convenience and ease, since fruits ripen and lose quality, post-harvest. For the elaboration of the fermented fruit, the raw materials were acquired in local commerce in Fortaleza-CE and developed in the Laboratory of Fruits and Vegetables of the UFC. The fruits were sanitized, pulped, crushed. Then the yeast *S. cerevisiae* was inoculated, and the must was submitted to fermentation. The fermentation period lasted 3 days at room temperature, considered optimal for the yeast used. At the end of the period, the must was transferred to a glass recipient and the soluble solids content was measured with the help of a digital refractometer, obtaining 6.5 °Brix. Technical and cost data sheets were developed for the beverage. The product showed a good yield (86.5%), with an average cost of R\$ 13.50/Liter. The fermentation of the sapoti fruit together with the cajá fruit proved to be viable and presented good sensorial characteristics, keeping the aroma and particular flavor of the fruits.

**Keywords:** Agroindustry, Processing, Tropical.