

**Ebook do SICITAL:  
“Coprodutos: Inovação e  
Sustentabilidade” 2022**

Ebook do SICITAL: “Coprodutos:  
Inovação e Sustentabilidade”  
2022. Anais...Diamantina(MG)  
UFVJM, 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

AN532 Ebook do SICITAL: “Coprodutos: Inovação e Sustentabilidade” 2022.  
Anais...Diamantina(MG) UFVJM, 2022

Disponível em <[www.even3.com.br/anais/sicitalufvjm](http://www.even3.com.br/anais/sicitalufvjm)>

ISBN: 978-65-5941-783-4

1. Educação 2. Tecnologia (ciências aplicadas) 3. Química e ciências afins

UFVJM

CDD - 370

## **CORPO EDITORAL**

### **COMISSÃO CIENTÍFICA**

VIVIAN MACHADO BENASSI  
CRISTIANE TELES LIMA  
KARINA VILA VERDE SILVA  
TALLITA CRISTINA OLIVEIRA  
THAÍS ARAÚJO CANUTO  
TATIANA NUNES AMARAL  
JOYCE MARIA GOMES DA COSTA  
JOÃO VINICIUS WIRBITZKI DA SILVEIRA

### **COMISSÃO ORGANIZADORA**

ANNE CAROLINE MENDES OLIVEIRA  
BRUNA NÉRIA AZEVEDO GONÇALVES  
DIEGO PÁDUA DE ALMEIDA  
DEIVIANY SANTANA SANTOS LIMA  
JÚLIA NASCIMENTO CALDAS  
PATRÍCIA NATALINA DOS SANTOS  
THAIS SILVEIRA PIMENTA





## **Caracterização macromorfológica de fungos filamentosos isolados em Minas Gerais e Espírito Santo**

**Wanderson de Jesus de Moura Mendes<sup>1</sup>; Brida Maria Teixeira Gonçalves<sup>1</sup>; Nayane Carvalho Costa<sup>2</sup>; Miguel Jairo Freire Santos<sup>1</sup>; Tarcisio Michael Ferreira de Soares Oliveira<sup>3</sup>; Vivian Machado Benassi<sup>4</sup>**

**Resumo:** Os fungos filamentosos são organismos eucariontes, heterotróficos, cosmopolitas, antes relacionados à ocorrência de doenças e à contaminação alimentar, contudo vem revolucionando a indústria biotecnológica devido às suas funcionalidades, amplas aplicações e biodegradabilidade. O uso de fungos filamentosos como fontes antioxidantes, probióticos, iniciadores de fermentação e produtores de enzimas atuantes em distintos processos industriais, podem exercer impactos positivos na produção e otimização de processos onerosos e complexos utilizados na indústria alimentícia. Aspirando alcançar tais benefícios, este estudo objetivou analisar as características macromorfológicas de fungos filamentosos isolados em Diamantina, Minas Gerais e em Regência, distrito de Linhares no Espírito Santo. Para isso, os microrganismos foram retirados do banco de fungos do Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP), reativados em cultivo em meio sólido Sabouraud, à 30 °C, de forma estacionária em estufa bacteriológica. Em seguida, repiques pontuais no centro da placa de Petri, contendo o mesmo meio de cultura, foram realizados, sendo os microrganismos mantidos em estufa bacteriológica, à 30 °C, até que obtivessem o tamanho desejado para a análise das características macromorfológicas. Pode-se verificar que dos vinte e seis fungos filamentosos analisados, 54% obtiveram textura aveludada, 30% superfícies lisas, 46% bordas regulares, 38% topografias planas e 84% das colônias coloração branca. Em vista disso, pode-se concluir que há uma variedade de fungos filamentosos isolados, dos quais porventura possuem potencial biotecnológico para a indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** Bioprocessamento. Bioprospecção. Diversidade fúngica.

### **Introdução**

Os fungos são microrganismos capazes de sobreviver em praticamente todas as categorias de ambientes. Constituindo uma forma antiga de vida, com cerca de 640

---

<sup>1</sup>Graduando em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup>Mestrando em Biocombustíveis, Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>5</sup>Professora Efetiva, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

E-mail para a correspondência: wanderson.jesus@ufvjm.edu.br



milhões de anos são considerados os protagonistas da manutenção da estabilidade geoquímica da biosfera. Além de possuírem enorme valor comercial e biotecnológico devido ao seu notável papel na produção de diferentes *commodities* industriais. Indubitavelmente, possuem importância impar na nossa sociedade, de forma tanto benéfica como deletéria. Em razão disso, os estudos da fisiologia e do potencial biotecnológico dos fungos são pertinentes para entendimento, controle e aprimoramento tecnológico (1).

Diversos componentes como enzimas, sabores, vitaminas, corantes, ácidos graxos, utilizados durante a produção de alimentos são obtidos de fungos através da fermentação industrial. A obtenção de maiores rendimentos de produtos foi possível em razão dos avanços nas técnicas laboratoriais para a seleção de cepas fúngicas não toxigênicas, bem como o aumento do conhecimento sobre a regulação da biossíntese e as possibilidades de engenharia genética (2).

Os fungos, geralmente, demonstram morfologias típicas quando são inoculados em meios com a mesma propriedade química e submetidos às mesmas condições de crescimento e incubação, assim, é possível por meio da observação dos aspectos macroestruturais de uma colônia, sugerir a espécie fúngica presente na cultura. Dessa forma, é de extrema utilidade para a sugestão da identificação preliminar de determinada espécie fúngica o conhecimento do aspecto macromorfológico das colônias (3).

Segundo Alterthum (2020) (1) é fundamental destacar durante as observações de determinadas culturas, características como: tamanho, característica bastante variável dependendo do substrato ofertado para o desenvolvimento do microrganismo; bordas, podem apresentar inúmeros desenhos que vão desde morfologias bem delimitadas até projeções irregulares; textura, análise importante na caracterização de uma cultura de fungo; relevo, diz respeito à topografia das colônias; e pigmentação da colônia (7, 8, 9).

Dessa forma, esse trabalho objetivou realizar a caracterização macromorfológica de fungos filamentosos isolados a partir amostras coletadas anteriormente no estado de Minas Gérias e no Espírito Santo, visando maior entendimento dos microrganismos e possível aplicação biotecnológica.

## **Material e Métodos**

As análises foram realizadas no Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP), da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha



e Mucuri (UFVJM) *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Os microrganismos foram cadastrados no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), número A64AD93.

### **Análise das características morfológicas macroscópicas**

Preparou-se o meio de cultivo sólido Ágar Sabouraud Dextrose 2%, previamente autoclavado à 120 °C, 1,5 atm, por 30 minutos. Verteu-se 20 mL do meio em placa de Petri previamente autoclavada, procedimento realizado em superfície esterilizada com hipoclorito de sódio e álcool 70%, próximo ao Bico de Bunsen, sendo feito o repique pontual dos fungos filamentosos isolados e mantidos no laboratório, ao centro da placa de Petri, utilizando palitos de dente previamente autoclavados.

Após o repique, os meios foram mantidos em incubadora bacteriológica, à 30°C, por dois a quatro dias, sendo o crescimento dos fungos filamentosos monitorado a cada 24 horas. À medida que as espécies cresceram, o isolamento pontual era realizado no centro de outra placa de Petri, contendo o mesmo meio de cultura, e as amostras foram mantidas à 30 °C até obterem tamanho desejado para a análise das características macroscópicas morfológicas: textura, superfície, borda, topografia, cor da colônia e presença ou ausência de pigmentação.

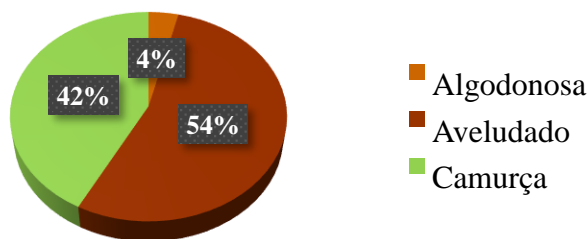
Os fungos isolados utilizados nesse estudo foram identificados com a letra I, C e M (iniciais daqueles que coletaram amostras e isolaram os microrganismos) e três dígitos. O primeiro número referia-se ao número da amostra coletada, o segundo ao dia do isolamento e o terceiro ao microrganismo isolado da amostra específica (4, 5, 6). Vale ressaltar que os fungos isolados não foram identificados em nível de espécie até o momento.

### **Resultados e Discussão**

A observação macroscópica da textura dos vinte e seis fungos cultivados demonstrou que apenas 4% foram algodonosas, 42% camurças e 54% dos fungos filamentosos apresentaram texturas aveludadas (Figura 1 e 6 e Tabela 1).

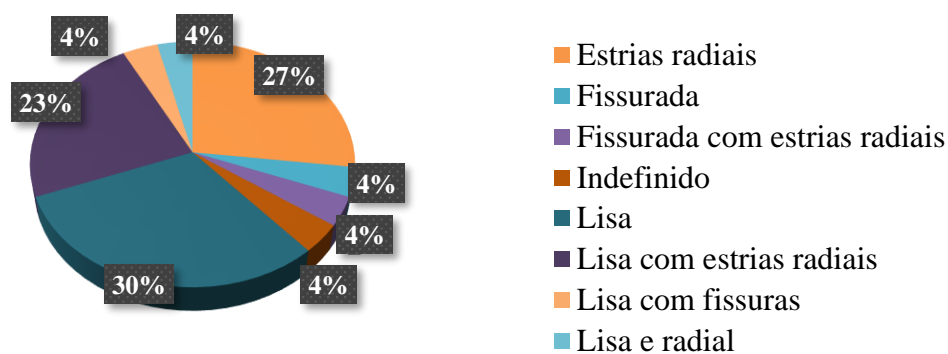
Em relação à superfície dos microrganismos isolados, observou-se uma maior variedade de combinações, sendo estas 30% exclusivamente lisas, 27% com estrias radiais, 23% lisas com estrias radiais, 4% indefinidas, 4% fissuradas com estrias radiais, 4% fissuradas, 4% lisas com fissuras e 4% lisas e radiais (Figura 2 e 6 e Tabela 1).

Figura 1 - Porcentagem de texturas observadas nos fungos filamentosos.



Fonte: Dos autores, 2022.

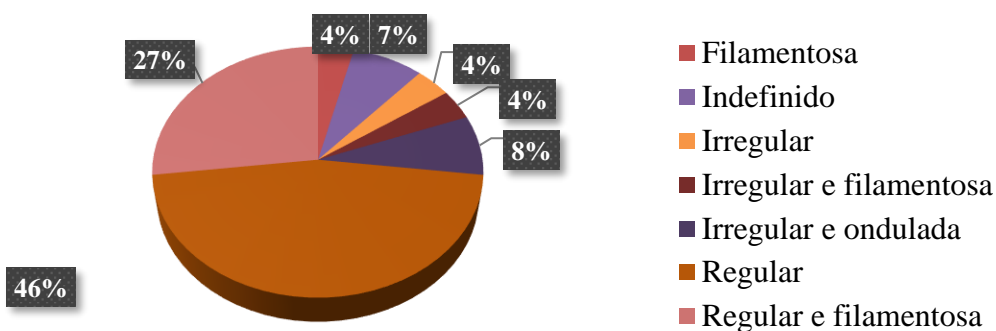
Figura 2 - Porcentagem de superfícies observadas nos fungos filamentosos.



Fonte: Dos autores, 2022.

Quanto às bordas dos fungos filamentosos isolados foi observado que 46% eram regulares, 27% regulares e filamentosas, 8% irregulares e onduladas, 7% eram indefinidas, 4% eram filamentosas, 4% irregulares, e 4% irregulares e filamentosas (Figura 3 e 6, Tabela 1).

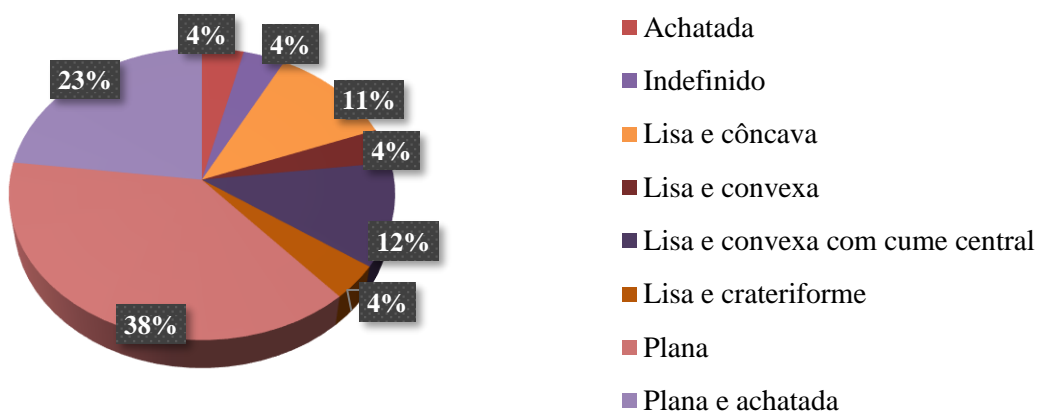
Figura 3 - Porcentagem das bordas observadas nos fungos filamentosos.



Fonte: Dos autores, 2022.

No que tange a topografia dos fungos houve registro de 38% plana, 23% plana e achatada, 12% lisa convexa e com cume central, 11% lisa e côncava, 4% achatadas, 4% indefinidas, 4% lisa e convexa, 4% lisa e crateriforme (Figura 4 e 6, Tabela 1).

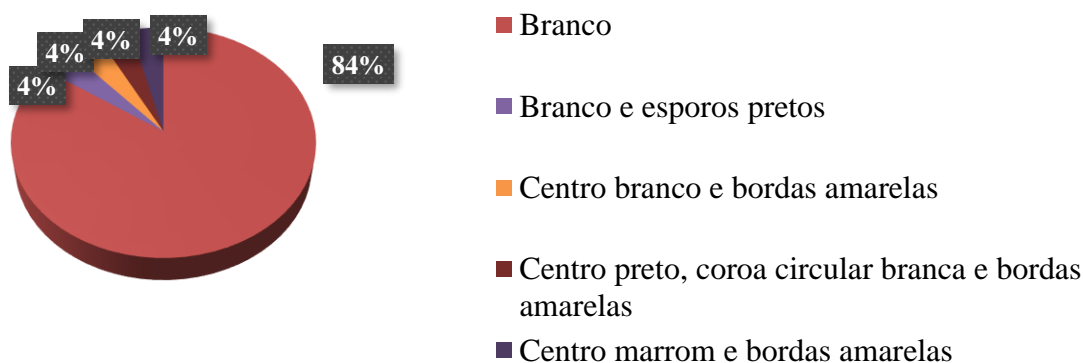
Figura 4 - Porcentagem das topografias observadas nos fungos filamentosos.



Fonte: Dos autores, 2022.

Em relação à cor dos fungos isolados não foi visualizada uma grande variabilidade, sendo predominantemente colônias de coloração branca, destas, 84% brancas, 4% brancas com esporos pretos, 4% brancas ao centro e bordas amarelas, 4% com centro preto, coroa circular branca e bordas amarelas, e 4% de centro marrom e bordas amarelas (Figura 5 e 6 e Tabela 1).

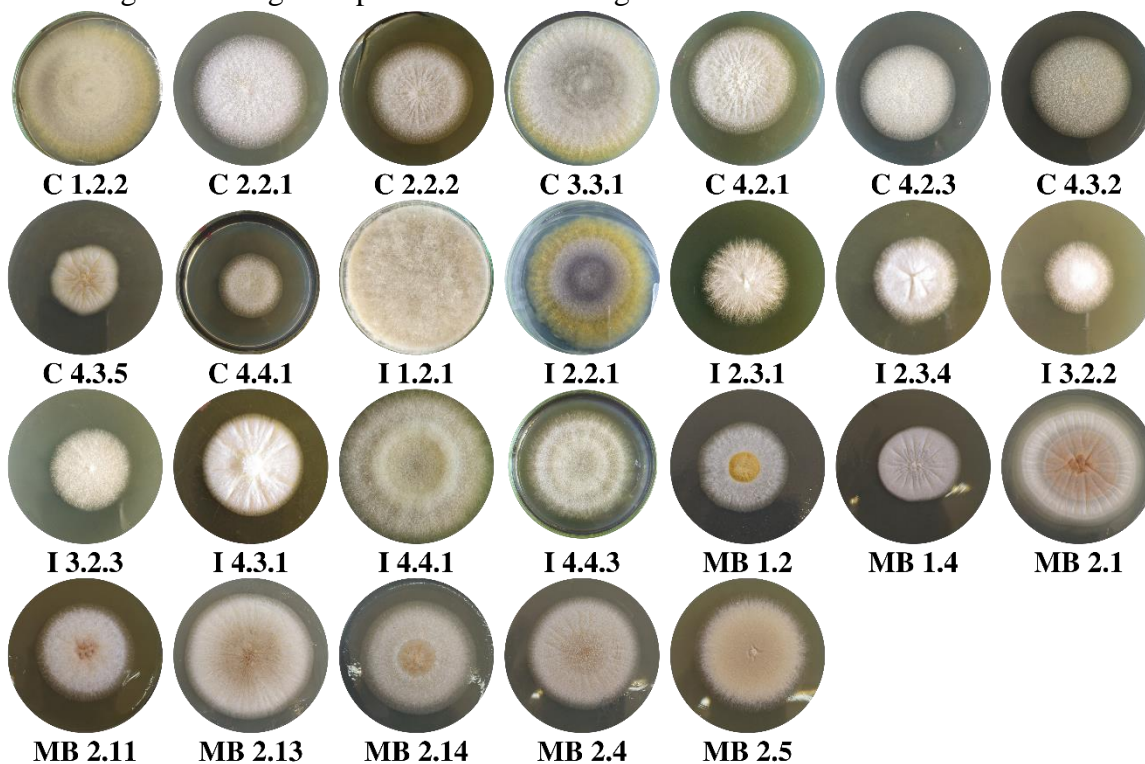
Figura 5 - Porcentagem das cores das colônias observadas nos fungos filamentosos.



Fonte: Dos autores, 2022.



Figura 6: Imagem representativa dos fungos filamentosos em estudo.



Fonte: Autores, 2022.

Tabela 1 - Características morfológicas macroscópicas dos fungos isolados.

<b>Fungo</b>	<b>Textura</b>	<b>Superfície</b>	<b>Bordas</b>	<b>Topografia</b>	<b>Cor da colônia</b>
C 1.2.2	Aveludada	Lisa com estrias radiais	Irregular e ondulada	Plana	Centro branco e bordas amarelas
C 2.2.1	Camurça	Lisa com estrias radiais	Regular	Achatada	Branco
C 2.2.2	Camurça	Lisa com estrias radiais	Regular	Plana e achatada	Branco
C 3.3.1	Aveludada	Lisa com estrias radiais	Indefinido	Plana	Centro marrom e bordas amarelas
C 4.2.1	Camurça	Estrias radiais	Regular	Plana	Branco
C 4.2.3	Aveludada	Lisa	Regular	Plana	Branco
C 4.3.2	Camurça	Lisa	Regular	Plana e achatada	Branco
C 4.3.5	Camurça	Fissurada	Irregular	Lisa e crateriforme	Branco e esporos pretos



C 4.4.1	Aveludada	Lisa com estrias radiais	Regular	Plana	Branco
I 1.2.1	Algodonos a	Indefinido	Indefinido	Indefinido	Branco
I 2.2.1	Aveludada	Lisa	Irregular e ondulada	Plana	Centro preto, coroa circular branca e bordas amarelas
I 2.3.1	Camurça	Lisa com estrias radiais	Irregular e filamentosa	Plana	Branco
I 2.3.4	Camurça	Lisa com fissuras	Regular	Plana	Branco
I 3.2.2	Aveludada	Lisa	Regular e filamentosa	Lisa e convexa com cume central	Branco
I 3.2.3	Aveludada	Lisa	Regular e filamentosa	Plana e achatada	Branco
I 4.3.1	Camurça	Fissurada com estrias radiais	Regular	Lisa e convexa com cume central	Branco
I 4.4.1	Camurça	Lisa	Regular e filamentosa	Lisa e côncava	Branco
I 4.4.3	Aveludada	Lisa	Regular e filamentosa	Lisa e côncava	Branco
MB 1.2	Aveludada	Lisa	Regular	Lisa e convexa com cume central	Branco
MB 1.4	Aveludada	Estrias radiais	Regular	Plana e achatada	Branco
MB 2.1	Aveludada	Estrias radiais	Regular	Plana	Branco
MB 2.11	Camurça	Estrias radiais	Regular e filamentosa	Lisa e convexa	Branco
MB 2.13	Aveludada	Estrias radiais	Regular	Plana	Branco
MB 2.14	Camurça	Estrias radiais	Regular e filamentosa	Lisa e côncava	Branco
MB 2.4	Aveludado	Estrias radiais	Regular e filamentosa	Plana e achatada	Branco
MB 2.5	Aveludada	Lisa e radial	Filamentosa	Plana e achatada	Branco

Fonte: Autores, 2022.

Comparando os resultados obtidos aos resultados de Silva (2018) (6), foi observado que as características morfológicas macroscópicas diferem entre todos os fungos isolados como borda, topografia, superfície, cor e textura. Ainda, os fungos C 2.2.2 e C 4.2.1 citados neste trabalho não apresentaram a presença de pigmento, enquanto que Silva (2018), destaca a presença de pigmento amarelo e rosa para os mesmos, respectivamente.



Em relação ao trabalho de Amorim (2020) (4), nota-se uma certa diferença nas características morfológicas macroscópicas dos fungos isolados, os fungos identificados como I 1.2.1, I 2.3.1 e I 2.3.4 apresentaram diferenças na borda e textura, os microrganismos I 2.2.1, I 4.3.1, I 4.4.1 e I 4.4.3 apresentaram diferenças nas características de cor e textura, e o isolado I 3.2.2 apresentou diferenças na cor, borda e textura, e o fungo I 3.2.3 apenas na textura.

No trabalho de Oliveira (2020) (5), os fungos MB 2.11 e MB 2.14 que neste estudo não manifestaram a presença pigmentos, apresentaram pigmentos verde e amarelo, respectivamente. Houveram também distintas características morfológicas para os demais fungos, assim, quando comparados os dois trabalhos, temos que os fungos MB 1.2, MB 1.4, MB 2.11, MB 2.13 e MB 2.5 apresentaram texturas distintas, MB 1.4, MB 2.1, MB 2.11, MB 2.13, MB 2.14, MB 2.4 e MB 2.5 apresentaram diferenças na superfície, MB 1.4, MB 2.1, MB 2.11, MB 2.4 e MB 2.5 apresentaram diferenças na borda, MB 1.2, MB 2.1, MB 2.11, MB 2.14 e MB 2.4 distintas topografias, por fim, apenas os fungos MB 2.1, MB 2.14 e MB 2.5 apresentam cores diferentes, sendo estas marrom, rosê e bege, respectivamente.

Tais diferenças são esperadas visto que um mesmo fungo cultivado em condições diferentes, de meio, temperatura, umidade, entre outros parâmetros, pode apresentar características morfológicas distintas para um mesmo gênero e espécie.

## **Conclusão**

A partir desse trabalho foi possível observar e registrar importantes características macromorfológicas dos fungos filamentosos isolados e mantidos no laboratório de pesquisa LMEDP/UFVJM. Observando uma variedade de microrganismos possíveis potenciais de serem aplicados em processos biotecnológicos.

## **Referências Bibliográficas**

1. ALTERTHUM, F. **Biotecnologia industrial: fundamentos**. 2º edição. São Paulo: Editora Blucher, 2020.
2. COPETTI, M. V. Fungi as industrial producers of food ingredients. **Current opinion in food science.** Acessado em:





<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799318301802>, v. 25, p. 52-56, 2019.

3. TORTORA, G.; FUNKE, B.; CASE C. **Microbiologia**. 12<sup>o</sup> edição. Cidade: Grupo A, 2017.

4. AMORIM, S. C. I. *et al.* Isolation of Filamentous Fungi from the Caatinga Region and Production of Amylolytic Enzymes of Great Industrial Interest. **Journal of Biosciences and Medicines**. v. 8, n. 11, p. 152-164, 2020.

5. OLIVEIRA, M. M. C. *et al.* Isolamento de fungos filamentosos e padronização do Cultivo do microrganismo isolado *Aspergillus Sp.* Mb 2.7 para produção de lipases. **Micologia: Fungos e/ou seus Metabólicos com Objeto de Estudo**. Atena, v. 1, 12, 102-113, 2020.

6. SILVA, C. H. C. **Coleta, isolamento e análise termofílica de fungos filamentosos isolados no lixão da UFVJM – Campus JK**. 2018. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

7. VERMELHO, A. B. **Práticas de Microbiologia**. 2<sup>o</sup> edição. Disponível em: Estante VitalSource, Grupo GEN, 2019.

8. OLIVEIRA, R. P. S. **Condições microbiológicas e avaliação da pasteurização em amostras de leite comercializadas no município de Piracicaba-SP**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

9. MADIGAN, M. T. **Microbiologia de Brock**. 1<sup>o</sup> edição. Porto Alegre: Grupo A, 2016.

### **Agradecimentos**

À UFVJM e LMEDP pelo espaço para a realização do trabalho. À CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte ao projeto.



## Caracterização morfológica de fungos filamentosos potenciais de aplicação biotecnológica

Miguel Jairo Freire Santos<sup>1</sup>; Tarcisio Michael Ferreira de Soares Oliveira<sup>2</sup>, Nayane Carvalho Costa<sup>3</sup>, Brida Maria Teixeira Gonçalves<sup>1</sup>, Wanderson de Jesus de Moura Mendes<sup>1</sup> e Vivian Machado Benassi<sup>4\*</sup>

**Resumo:** Os microrganismos são dotados de um imenso potencial de degradação de material orgânico, produzindo enzimas de aplicação biotecnológica ao longo dos anos. Desse modo, há necessidade de se explorar a biodiversidade microbiota de variados ambientes, incluindo a procura por novas fontes de enzimas de interesse industrial. O trabalho objetivou analisar as características morfológicas macroscópicas e microscópicas dos fungos filamentosos do banco do Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP). Os fungos foram reativados em meio de cultura sólido Sabouraud, em seguida foram repicados pontualmente ao centro de outra placa de Petri contendo o mesmo meio de cultivo, sendo mantidos à 30 °C, em estufa bacteriológica, com tempo de crescimento de até 56 horas, sendo analisadas as características morfológicas como topografia, aspecto, cor, textura, borda, superfície e pigmentação a cada 24 horas de crescimento do microrganismo. O possível gênero dos fungos foi realizado em câmara de microcultivo contendo meio sólido Sabouraud e analisado em microscópio óptico com aumento de 40 vezes. Observaram-se que os dezoito fungos filamentosos estudados são pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, microrganismos estes com grande aplicabilidade em processos industriais. Assim como, verificou-se uma variedade nas características morfológicas dos isolados, demonstrando uma diversidade de microrganismos potenciais de aplicação em processos industriais.

**Palavras-chave:** Biotecnologia. Enzimas. Indústria Alimentícia. Microrganismo.

### Introdução

Os fungos pertencem a um grande grupo de microrganismos amplamente distribuídos na natureza, cosmopolitas, ocupando diversos ambientes como: água, solo, ar, plantas e materiais orgânicos, inclusive lugares inóspitos como altos e baixos valores de pH, extremos

---

<sup>1</sup>Graduando em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Mestrando em Biocombustíveis, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Instituto de Ciência e Tecnologia, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup>Professora Efetiva, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

E-mail para a correspondência: vivian.benassi@ufvjm.edu.br



de temperatura, pressão e salinidade. Por muitos anos, os fungos filamentosos foram conhecidos como microrganismos causadores de doenças, entretanto, atualmente, esses microrganismos passaram de vilões para mocinhos. Isso porque, tanto eles quanto seus metabólitos primários e secundários são amplamente utilizados em diversos processos industriais (1; 2).

Os bioprodutos gerados a partir de microrganismos, plantas ou células animais podem ser rotulados como naturais e são obtidos a um custo relativamente pouco oneroso (3). Os avanços tecnológicos no cultivo e processamento especialmente de fungos filamentosos criaram novas fronteiras no controle de texturas, sabores e propriedades nutricionais de alimentos à base de fungos (4).

Os fungos têm sido cultivados e utilizados para a produção de alimentos, ingredientes alimentícios como ácido cítrico e vinagre, rações, produtos farmacêuticos, nutracêuticos, assim como sua biomassa fúngica é consumida popularmente na forma de cogumelos, em especial, porque os micélios de certas espécies de fungos são conhecidos por conter vitaminas, fibras alimentares, aminoácidos essenciais e lipídios saudáveis (5).

Desta forma, o trabalho objetivou analisar as características macromorfológicas e microscópicas dos fungos filamentosos do banco do Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos, situado na Universidade Federal dos Vales da Jequitinhonha e Mucuri, *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, com potencial uso na indústria alimentícia.

## **Material e Métodos**

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP), situado na Universidade Federal dos Vales da Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais. Os microrganismos foram cadastrados no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), número A64AD93.

Os fungos filamentosos isolados são oriundos de três distintas amostras que foram coletadas em Janaúba-MG (14), os quais encontram-se no banco de fungos no Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP), situado na Universidade Federal dos Vales da Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais.



### **Reativação dos Fungos e análise das características morfológicas**

Os fungos filamentosos do banco estavam acondicionados em refrigeração à 4 °C, mantidos sem sílica gel. Inicialmente, os mesmos foram reativados cultivando-os em placas de Petri contendo meio de cultura sólido Sabouraud 2% ISO FAR<sup>®</sup>, à 30 °C, em estufa bacteriológica, com tempo de crescimento de até 56 horas, sendo observados a cada 24 horas. O cultivo foi realizado em triplicata para cada microrganismo.

Em seguida, os fungos foram repicados em meio de cultura sólido Sabouraud 2% ISO FAR<sup>®</sup>, pontualmente, ao centro da placa de Petri, utilizando-se palitos de dente previamente autoclavados, à 120 °C, 1,5 atm, durante 40 minutos, e em estrías, utilizando-se alça de platina.

As cepas foram incubadas à 30 °C, em estufa bacteriológica, com tempo de crescimento de 72 horas ou até que estivessem com crescimento adequado, sendo observados a cada 24 horas. Os fungos foram analisados de acordo com as características macroscópicas morfológicas quanto à textura, superfície, cor das colônias e ausência ou presença de pigmentação.

### **Microcultivo e análise microscópica dos fungos**

Os microcultivos foram realizados segundo a técnica de Ridell (6) para análise das características microscópicas e, posterior, possível inferência de gênero. Para isso, montaram-se câmaras de microcultivo, que constituíram em uma placa de Petri contendo um papel filtro Unifil<sup>®</sup>, uma lâmina posta sobre o papel e uma lamínula. Após a montagem das câmaras, foram autoclavadas à 120°C, 1,5 atm, durante 40 minutos, a fim de esterilizá-las.

Posteriormente, foi introduzido sobre a lâmina da câmara de microcultivo um pedaço de meio de cultivo Sabouraud 2% ISO FAR<sup>®</sup>, com aproximadamente 9 mm de espessura. O microrganismo foi inoculado nas laterais do meio de cultivo e, este recoberto com a lamínula. O papel filtro foi embebido com água destilada autoclavada, em torno de 1 mL, a fim de manter a umidade da câmara evitando o ressecamento do meio e dando boas condições ao crescimento do fungo. A câmara foi posta em estufa bacteriológica à 30 °C, durante 3 - 4 dias. Após o crescimento dos organismos, as lâminas foram levadas ao microscópio óptico para observação com aumento de 400 vezes.

### **Manutenção**



A preservação e manutenção das cepas são importantes para a perpetuação e preservação das culturas e, devem ser adotados métodos que garantam a sobrevivência do microrganismo, conservando suas características fisiológicas, morfológicas e genéticas, além de mantê-lo livre de contaminações. Os procedimentos comumente utilizados baseiam-se na redução do metabolismo, deixando-o em estado de dormência; estas técnicas são apropriadas, garantindo a preservação por períodos de tempo prolongados (7; 8; 9).

Desta forma, as cepas foram mantidas em sílica gel, onde uma suspensão de esporos foi preparada em ambiente estéril a partir de 2 mL de solução de leite em pó (200 g.L<sup>-1</sup> de água destilada). Desta suspensão, aproximadamente, 1 mL foi adicionado em tubos de ensaio (10 x 150 mm) com tampa de rosca, contendo 7 g de sílica gel de 4 – 8 mm e, posteriormente, agitados. Estes tubos foram lacrados e armazenados à 4 °C.

Outra forma de manutenção foi em glicerol 10% (v/v), onde uma suspensão de esporos foi preparada em ambiente estéril a partir de 5 mL de glicerol 10%, sendo adicionado em tubos de ensaio (10 x 150 mm) contendo mais 10mL de solução de glicerol 10% (v/v), previamente esterilizados. Estes tubos foram lacrados e armazenados à 4 °C durante 30 minutos e, em seguida, levados ao freezer.

## **Resultados e Discussão**

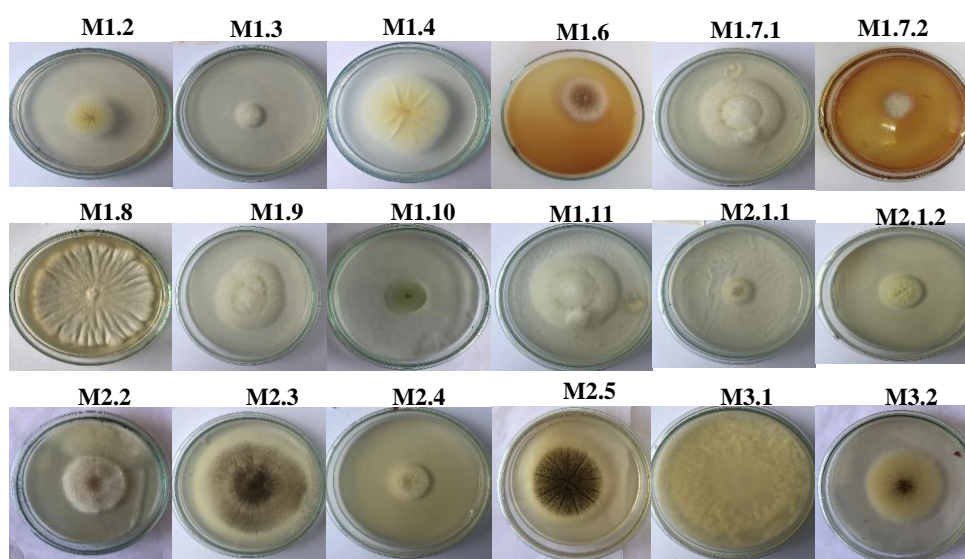
Estudar os microrganismos, especialmente os fungos filamentosos apresenta grande ganho para a área da biotecnologia e alimentícia, visto que estes apresentam uma série de características que os tornam especiais no que diz respeito à produção enzimática. Característica principal desses microrganismos é a grande excreção de enzimas para o meio externo, vinculada a sua nutrição, participando da degradação das moléculas complexas em moléculas mais simples (10; 11; 12).

Nesse contexto, é importante ser capaz de isolar e estudar os microrganismos para reconhecimento e identificação dos seus potenciais, a fim de otimizar o processo para aplicação biotecnológica, produzindo enzimas que podem hidrolisar eficientemente as biomoléculas complexas. Muitos desses microrganismos existem no ambiente; no entanto, até o momento, apenas uma fração minúscula dessa biodiversidade natural foi isolada e estudada (13).



Analisaram-se dezoito fungos filamentosos, sendo os fungos identificados como M1.2, M1.3, M1.4, M1.6, M1.7.1, M1.7.2, M1.8, M1.9, M1.10, M1.11, M2.1.1, M2.1.2, M2.2, M2.3, M2.4, M2.5, M3.1, e M3.2 (Figura 1).

Figura 1 - Imagem representativa dos fungos filamentosos cultivados em meio de cultura sólido sabouraud.



Fonte: Dos autores, 2022

Pode-se observar uma variedade quanto às características macromorfológicas dos fungos filamentosos, com variações das cores desde brancos, verde, pretos, marrons e amarelados; os quais obtiveram texturas aveludadas e cotonosas e a maioria com superfície lisa e liberação de pigmentação no meio de cultura (Tabela 1).

Após analisar o microcultivo, identificou dois possíveis gêneros, sendo o *Aspergillus* de maior ocorrência, com dezesseis cepas identificadas, seguido do gênero *Penicillium* encontrado em um microrganismo, tendo uma cepa não identificada (Figura 2 e Tabela 1).

Pode-se observar que esses fungos filamentosos obtiveram características macromorfológica distintas das observadas por Souza *et al.* (2020) (14). Os citados autores, que isolaram esses fungos filamentosos em meio de cultura sólido composto por aveia 4% e ágar bacteriológico 2% (18), observaram que a maioria dos fungos obteve coloração verde, ausência de pigmentação no meio de cultivo e textura pulverulenta. Isso demonstra que as características apresentadas pelos microrganismos variam dependendo das condições de



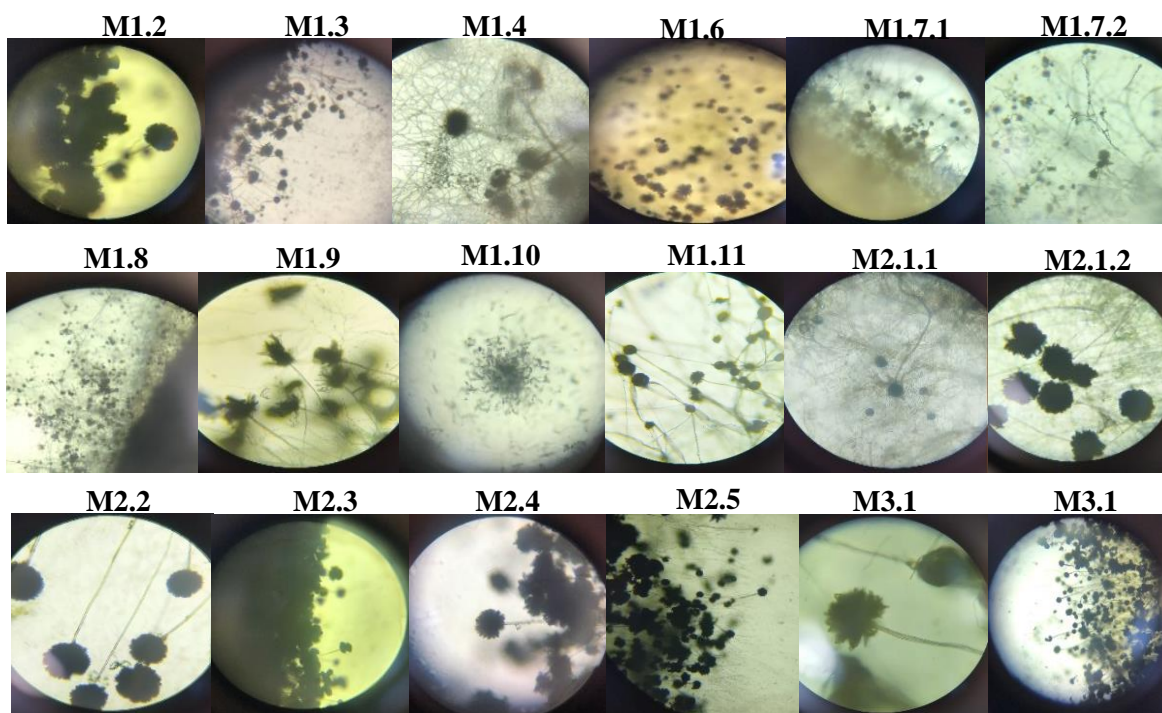
cultivo, tais como temperatura, fonte de carbono e nitrogênio, entre outros fatores (15; 16; 17).

Em relação ao possível gênero, pode-se observar uma distinção entre o atual estudo e os observados por Souza *et al.* (2020) (14), o fungo M1.4 foi caracterizado como possível *Aspergillus* e anteriormente como *Penicillium*, o M8 foi identificado como possível *Aspergillus* e anteriormente como *Penicillium*, M9 identificado como possível *Penicillium* e anteriormente como *Neurospora*, M2.2 identificado como possível *Aspergillus* e anteriormente como *Penicillium* e M3,1 como possível *Aspergillus* e anteriormente como possível *Mucor*. Essa diferença pode estar em uma possível contaminação das cepas durante o processo de realização da manutenção do microrganismo em sílica. Vale citar que, os isolados estavam mantidos em sílica à 4 °C, de onde foram reativados utilizando-se meio de cultura sólido sabouraud.

Tabela 1 - Análise das características macroscópicas morfológicas dos fungos filamentosos em meio de cultura sólido saboraud.

<b>Fungo</b>	<b>Cor</b>	<b>Superfície</b>	<b>Textura</b>	<b>Pigmento</b>	<b>Gênero</b>
M1.2	Preta com borda branca	Lisa	Aveludada	+	<i>Aspergillus</i>
M1.3	Branca	Lisa	Cotonosa	-	<i>Aspergillus</i>
M1.4	Amarela com borda branca	Estrias	Aveludada	+	<b><i>Aspergillus</i></b>
M1.6	Marrom com borda branca	Estrias radiais	Cotonosa	+	<i>Aspergillus</i>
M1.7.1	Amarela com borda branca	Granulosa	Aveludada	+	<i>Aspergillus</i>
M1.7.2	Branca com esporos amarelos	Lisa	Cotonosa	+	<i>Aspergillus</i>
M1.8	Branca com fundo marrom	Estrias radiais	Aveludada	+	<b><i>Aspergillus</i></b>
M1.9	Amarela com borda branca	Ondulada	Cotonosa	+	<b><i>Penicillium</i></b>
M1.10	Verde	Lisa	Aveludada	+	n.i
M1.11	Amarela com borda branca	Lisa	Cotonosa	+	<i>Aspergillus</i>
M2.1.1	Preta com borda branca	Lisa	Aveludada	+	<i>Aspergillus</i>
M2.1.2	Amarela com borda branca	Lisa	Aveludada	+	<i>Aspergillus</i>
M2.2	Marrom alaranjado com borda branca	Lisa	Cotonosa	+	<b><i>Aspergillus</i></b>
M2.3	Preta com borda branca	Estrias radiais	Aveludada	+	<i>Aspergillus</i>
M2.4	Amarela com borda branca	Lisa	Aveludada	+	<i>Aspergillus</i>
M2.5	Preta com borda branca	Estrias radiais	Aveludada	+	<i>Aspergillus</i>
M3.1	Marrom com tom de dourado	Lisa	Cotonosa	+	<b><i>Aspergillus</i></b>
M3.2	Marrom com borda branca	Estrias radiais	Aveludada	+	<i>Aspergillus</i>

+ presença de pigmento - ausência de pigmento n.i. - não identificado Fonte: Dos autores, 2022  
 Figura 2 - Imagens representativas dos microcultivos dos fungos filamentosos isolados em meio de cultura sólido sabouraud.



## Conclusão

Foram estudados dezoito fungos filamentosos do banco de fungos, os quais foram isolados anteriormente a partir de amostras coletadas na cidade de Janaúba, no norte de Minas Gerais. Os isolados obtiveram características morfológicas diferentes entre si e diferentes quando cultivados em meio sólido contendo aveia, dos quais a maioria pertencente ao gênero *Aspergillus* e um isolado pertencente ao gênero *Penicillium*. Deste modo, foi possível evidenciar a significativa variabilidade de fungos filamentosos existentes, além de explicitar o fato de que microrganismos completamente diferentes são capazes de se desenvolver a partir de uma fonte de matéria orgânica comum, abrindo precedentes para estudos de viabilidade na utilização destes fungos em diversos processos biotecnológicos.

## Referências Bibliográficas

1. BENNETT, J.W. Mycotechnology: the role of fungi in biotechnology, **Journal of Biotechnology**, 66:101–107, 1998.doi.org/10.1016/S0168-1656(98)00133-3





2. GOUKA, R. J.; PUNT, P. J.; VAN DEN HONDEL, C. A. M. J. J. Efficient production of secreted proteins by *Aspergillus*: progress, limitations and prospects. **Appl Microbiol Biotechnol** v. 47, p. 1-11, 1997.
3. PESSÔA, M. G.; VESPERMANN, K. A. C.; PAULINO, B. N.; BARCELOS, M. C. S.; PASTORE, G. M.; MOLINA, G. New lyisolated microorganism swith potential applicatio n in biotechnology. **Biotechnology Advances**, 2019. doi:10.1016/j.biotechadv.2019.01.007
4. BARZEE, T. J. R.; CAO, L.; PAN, Z.; ZANG, R. Fungi for future foods. **Journal of future foods**, volume 1, Issue 1, pages 25-37, 2021. doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.09.002
5. VALVERDE, M.E.; PAREDES-LAPEZ, O.; GUEVARA-LARA, F.*et al.*, Huitlacoche (*Ustilagomaydis*) as a food source-biology, composition, and production, **Crit. Rev. Food Sci.** 1995. <https://doi.org/10.1080/10408399509527699>
6. LACAZ, C. S.; PORTO, E.; MARTINS, J. E. C. **Micologia Médica**. 8ª ed. São Paulo: Sarvier, p.695, 1991.
7. COCHRANE, V. W. **Physiology of fungi**. Estados Unidos: Jhon Wiley, 1958. 524p.
8. CAVALCANTI, S. D. B. **Aplicação de metodologias de preservação e caracterização de fungos na coleção de culturas do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. 2010, 74p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
9. BELO, S. C. B. **Produção de amilase e lípase por fungos filamentosos isolados de diferentes tipos de solo floresta e savana de Roraima**. 2013. 101 p. Dissertação (Mestrado em recursos naturais) – Programa de pós-graduação em recursos naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.



10. PUTZKE, J. e PUTZKE, M. T. L. **Os Reinos dos Fungos**. Vol. 2. Ed. da Universidade de Santa Cruz do Sul. Rio Grande do Sul, 2002.
11. TREVISAN, H.C. “Lipases”. In: SAID, S. & PIETRO, R.C.L.R. **Enzimas como agente Biotecnológico**, 1. ed. Ribeirão Preto: Editora Legis Summa, 2004.
12. DEACON, J. W. **Fungal Biology**. 4 the edition. Edinburgh. Blackwell Publishing, 2006.
13. Najah, M.; Calbrix, R.; Mahendra-Wijaya, I. P.; Beneyton, T.; Griffiths, A. D.; Drevelle, A. Droplet-Based Microfluidics Platform for Ultra-High-Through put Bioprospecting of Cellulolytic Microorganisms. **Chemistry & Biology**, 21(12), 1722–1732, 2014. doi:10.1016/j.chembiol.2014.10.020
14. SOUZA.M. T. S.; MARINHO,B. M., PASIN, T.M, NELSON, D.L. e BENASSI, V.M. Prospection of filamentous fungi and the production of amylase by *Aspergillus* sp. M1.7.2. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**. 2020.doi:10.18540/jcecvl6iss3pp0365-0376
15. CAVALCANTI, M. A. de Q., et al. Fungos filamentosos isolados do solo em municípios na região Xingó, Brasil. **Acta botânica brasileira**, v. 20, n. 4, p. 831 – 837, 2006.
16. GOMES, D. N. F. **Diversidade e potencial biotecnológico de fungos filamentosos isolados do manguezal Barra das Jangadas, Jaboatão dos Guarapes**. 2007. 94 f. Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em biologia de fungos, Universidade de Pernambuco. Recife. 2007.
17. GRIEBELER, N. E. et al. Seleção de fungos filamentosos produtores de amilases, proteases, celulases e pectinases. **Ver. Acad. Ciênc. Anim.**,n.13, p. 13 – 22, 2015.
18. EMERSON, R. **An experimental study of the life cycles and taxonomy of Allomyces**. *Lloydia*, v. 4, p. 77-144, 1941.



## **Agradecimentos**

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e ao Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP) pelo espaço para a realização do trabalho. À CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte ao projeto.



## Determinação da produção qualitativa de lipases a partir de fungos filamentosos visando aplicações na indústria de alimentos

Nayara Mendes Lucena<sup>1</sup>; Adeline Cristina Pereira Rocha<sup>2</sup>; Vivian Machado Benassi<sup>3\*</sup>

**Resumo:** Lipases são enzimas com grande interesse comercial, sobretudo na indústria de alimentos, pois oferecem vantagens como alta especificidade, altos rendimentos, baixo consumo de energia e redução do tempo de processamento e custos de produção, além de serem versáteis, devido sua capacidade de catalisar diversas reações. Nessas perspectivas, o objetivo desse trabalho foi investigar a produção de lipases a partir de fungos filamentosos pelo método qualitativo em meio sólido contendo azeite. Com 115 horas de crescimento, todos os fungos apresentaram raios de crescimento micelial e raios enzimáticos, sendo que o fungo que apresentou maior raio de crescimento foi o isolado AL132 com 0,030 cm.h<sup>-1</sup> e o que apresentou maior raio enzimático foi AQ842 com 1,683 cm. A análise de produção qualitativa é um método útil para triagem de fungos quanto a sua produção de lipases, entretanto para selecionar um fungo quanto sua produção lipolítica é necessário realizar a quantificação através da análise quantitativa para obtenção numérica da atividade lipolítica. Pode-se concluir a partir desses resultados fungos filamentosos potenciais produtores de lipases, enzima com ampla utilização em processos biotecnológicos.

**Palavras-chave:** Enzima. Indústria Alimentícia. Microrganismos.

### Introdução

Lipases (triacilglicerol-acil-hidrolases E.C.3.1.1.3) são enzimas capazes de catalisar reações de hidrólise total ou parcial de triacilgliceróis (TAG), fornecendo diacilgliceróis (DAG), monoacilgliceróis (MAG), glicerol e ácidos graxos livres, além de reações de esterificação, transesterificação e interesterificação de lipídios (1,2).

Dentre as enzimas, as lipases são de grande interesse comercial, por oferecem vantagens como, alta especificidade, altos rendimentos, baixo consumo de energia e redução do tempo de processamento e custos de produção além de serem versáteis, devido à sua

---

<sup>1</sup>Graduanda em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Doutoranda em Biocombustíveis, Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup>Professora Efetiva, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

\*E-mail para a correspondência: vivian.benassi@ufvjm.edu.br



capacidade de catalisar diversas reações. Essas vantagens tornam as lipases uma das enzimas mais promissoras para aplicações industriais, principalmente, nas indústrias de alimentos, papel e celulose, têxtil, detergentes, farmacêutica, cosméticos, tratamento de efluentes, biocombustíveis (3,4,5).

A indústria de alimentos é uma das principais do planeta, sendo a principal responsável por abastecer insumos, matérias e produtos alimentares de forma segura para suprir as necessidades da população mundial, além de ser uma das indústrias que mais movimentam a economia global. No cenário brasileiro, segundo dados divulgados no balanço anual de 2021 pela Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), a indústria de alimentos e bebidas é a maior do País: representa 10,6% do PIB brasileiro e gera 1,72 milhão de empregos formais e diretos. Além disso, o Brasil é o segundo maior exportador de alimentos industrializados do mundo, levando seus alimentos para 190 países (6).

Na indústria de alimentos as lipases têm sido empregadas em laticínios, óleos e gorduras, panificação e confeitaria, carnes, sabores e aromas, dentre outras. Esse cenário é bastante animador para o mercado de lipases, visto a sua versatilidade de aplicações nesse setor, sendo de grande interesse pesquisas relacionadas à produção e otimização do processo de obtenção dessa promissora enzima (6,7, 8).

As lipases são onipresentes nos organismos vivos, podendo ser de origem vegetal, animal (pancreática, hepática e gástrica), ou microbiana (bactéria, levedura e fungos filamentosos). Dentre esses organismos os microrganismos são as principais fontes de obtenção de lipases para aplicação industrial devido a essas serem mais estáveis que as lipases animais e vegetais, além de serem produzidas a baixos custos, com alta velocidade de síntese e grande versatilidade de aplicações (9,10).

Os fungos filamentosos são reconhecidos como importantes organismos no processo de degradação de biomassa devido a sua capacidade de secretar enzimas. Essa habilidade única atrelada a sua capacidade de crescer em uma ampla variedade de substratos de baixo custo, menor tempo de geração, alta taxa de conversão de substrato para produto, grande versatilidade às variações ambientais e sua relativa facilidade de manipulação genética e condições de cultivo, tem tornado esses microrganismos o de maior interesse industriais. Os principais fungos produtores de lipase comercial são os gêneros *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Geotrichum*, e *Mucor*. A produção de lipase por fungo pode variar



de acordo com a cepa e composição do meio de crescimento, como fontes de carbono e nitrogênio, sendo assim, a produção lipolítica varia de um fungo para o outro (11,12,13).

Nesta perspectiva, o objetivo desse trabalho foi verificar a produção qualitativa de lipases a partir de fungos filamentosos isolados e mantidos no banco de fungos do laboratório de pesquisa, visando possíveis aplicações na indústria de alimentos.

## **Material e Métodos**

Inicialmente, foram escolhidos aleatoriamente para este estudo, dez fungos filamentosos isolados pertencentes ao banco de fungos do Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP), da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Sendo os microrganismos cadastrados no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), número A64AD93.

A análise da produção qualitativa de lipases foi realizada em triplicata, seguindo a metodologia descrita por Hankin e Anagnostakis (1975) (14). Os fungos estudados foram pontualmente repicados, ao centro da placa de Petri, contendo 20 mL de meio de cultura sólido para lipases (15), pH 6,0, composto por 10 g.L<sup>-1</sup> de azeite extra virgem Pramesa<sup>®</sup> (Lote: 005/22 11:22), 0,1 g.L<sup>-1</sup> de NaCl Isofar<sup>®</sup>, 0,2 g.L<sup>-1</sup> de MgSO<sub>4</sub> Isofar<sup>®</sup> e 15 g.L<sup>-1</sup> de ágar bacteriológico Vetec<sup>®</sup>, previamente autoclavados à 120 °C, 1,5 atm durante 40 minutos.

Os fungos filamentosos após o repique pontual no meio foram incubados em estufa bacteriológica, à 30 °C, por 115 horas. Posteriormente, os raios miceliais dos microrganismos foram determinados com o auxílio de um paquímetro para expressar o raio de crescimento fúngico em centímetros.hora<sup>-1</sup> (cm.h<sup>-1</sup>).

Os raios enzimáticos foram identificados pela formação de uma zona clara ao redor da colônia, resultante da acidificação do meio pela liberação de ácidos graxos contra a coloração rosa, revelados pela adição de solução reveladora (NaOH 0,1 M e fenolftaleína 2) (Figura 1). Os raios enzimáticos da colônia foram medidos com o auxílio de um paquímetro e expresso em centímetros (cm).



**Figura 1- Determinação dos raios enzimáticos pela formação de uma zona clara ao redor da colônia.**



Fonte: Dos autores, 2022

## **Resultados e Discussão**

Os dez fungos filamentosos estudados: AD731B, AD742, AD743, AD752, AL111, AL132, AQ831, AQ841, AQ842 e AQ851 foram submetidos à determinação do raio de crescimento fúngico e raio enzimático.

Todos os fungos analisados apresentaram crescimento micelial, os valores obtidos foram usados para determinar o raio de crescimento fúngico, sendo o maior raio observado para o fungo AL132 com  $0,030 \text{ cm.h}^{-1}$ , seguidos de AQ841 com  $0,026 \text{ cm.h}^{-1}$ , AQ831 com  $0,025 \text{ cm.h}^{-1}$ , AD742 com  $0,023 \text{ cm.h}^{-1}$ , AQ842 e AQ851 ambos com  $0,022 \text{ cm.h}^{-1}$ , AD743 e AD752 ambos com  $0,021 \text{ cm.h}^{-1}$ , AD731B com  $0,020 \text{ cm.h}^{-1}$  e o menor raio para o AL111 com  $0,015 \text{ cm.h}^{-1}$  (Tabela 1).

Em relação ao raio enzimático todos os fungos apresentaram uma zona de hidrólise ao redor da colônia, sendo o maior valor obtido para o fungo AQ842 com 1,683 cm, seguido por AD743 com 1,404 cm, AL111 com 1,400 cm, AD731B com 1,283 cm, AQ851 com 1,134 cm, AD752 com 1,067 cm, AQ841 com 0,775 cm, AD742 com 0,533 cm, e com menores valores AL132 e AQ831 ambos com 0,500 cm (Tabela 1).

A triagem de microrganismos produtores de lipases pelo método qualitativo é de grande relevância na busca por novos microrganismos produtores de compostos enzimáticos, sendo esse método um dos mais utilizados devido à sensibilidade, rapidez e simplicidade dos testes (16).

Tabela 1 – Raios de crescimento e raios micelial dos fungos estudados.

<b>Fungo</b>	<b>Raio de crescimento (cm.h<sup>-1</sup>)</b>	<b>Raio enzimático (cm)</b>
AD731B	0,020	1,283
AD742	0,023	0,533
AD743	0,021	1,404
AD752	0,021	1,067
AL111	0,015	1,400
AL132	0,030	0,500
AQ831	0,025	0,500
AQ841	0,026	0,775
AQ842	0,022	1,683
AQ851	0,022	1,134

Corroborando com o mesmo meio de cultivo e temperatura de incubação (30 °C) desse estudo, os Rocha e colaboradores (2021) (17) avaliaram a produção qualitativa de lipases a partir de nove fungos isolados de amostras da casca do fruto e do óleo de macaúba, e, também, obtiveram produção qualitativa de lipases para todas as cepas avaliadas, porém com raios enzimáticos inferiores aos obtidos nesse trabalho, entretanto com tempo de incubação 67 horas.

Embora nesse trabalho todos os fungos analisados tenham apresentado resultado positivo para a produção de lipases, nem sempre isso acontece. No trabalho de Sperb e colaboradores (1995) (18) dos vinte e quatro fungos filamentosos isolados de resíduos de petróleo e óleo vegetal submetidos à análise qualitativa de produção lipolítica, pouco mais da metade (doze fungos) apresentaram resultado positivo para a produção de lipases. Vale citar que, as condições de cultivo dos autores foram totalmente diferentes desse estudo, meio contendo (rodamina B 0,001% (m/v), caldo nutriente (8 g.L<sup>-1</sup>), NaCl (4 g.L<sup>-1</sup>), ágar (10 g.L<sup>-1</sup>) e óleo de soja 2,5% (m/v)), temperatura de incubação 25 °C por 120 horas.

## **Conclusão**





Todos os fungos estudados apresentaram raio enzimático, portanto produziram lipases, com destaque para o fungo filamentosso isolado AQ842, que apresentou o maior raio quando comparado com as outras nove cepas avaliadas. Esses resultados tornam as cepas analisadas promissoras produtoras de lipases visando aplicações na indústria de alimentos. Esse método qualitativo tratou-se de um método bastante útil para triagem da produção lipolítica, pois através dele foi possível fazer a triagem de fungos quanto à produção ou não de lipases, entretanto para selecionar fungos filamentosos produtores de lipases é necessário uma avaliação mais precisa como a análise quantitativa.

### **Referências Bibliográficas**

1. GARRIDO, J. V. M. L. *et al.* Isolamento e seleção de microrganismos produtores de lipase e otimização da produção enzimática. **Scientia Plena**, v. 14, n. 6, 2018.
2. MESSIAS, J. M. *et al.* Lipases microbianas: Produção, propriedades e aplicações biotecnológicas. **Semina. Ciências Exatas e Tecnológicas**, p. 213-234, 2011.
3. SILVEIRA, R.L. *et al.* Lipases: revisão e aplicação industrial. **Editora Atena – Ciências biológicas e da saúde: Microbiologia: avanços através dos séculos e constantes atualizações tecnológicas**. Ponta Grossa - PR, 2021.
4. ROCHA, A.C.P. *et al.* Lipases na indústria farmacêutica: estudo de revisão sobre sua aplicação na síntese de fármacos. **Editora Atena – Ciências da saúde: Ciências farmacêuticas integrada ao processo de cuidado em saúde**. Ponta Grossa - PR, 2022.
5. CAVALCANTE, F. T. T. *et al.* Opportunities for improving biodiesel production via lipase catalysis. **Fuel**, v. 288, p. 119577, 2021.
6. ABIA: Associação Brasileira da Indústria de Alimentos. Disponível em: <<https://www.abia.org.br/numeros-setor>>. Acesso 08 de jun. 2022.
7. SALGADO, C. A. *et al.* Microbial lipases: Propitious biocatalysts for the food industry. **Food Bioscience**, p. 101509, 2021.



8. OKPARA, Michael O. Microbial Enzymes and Their Applications in Food Industry: A Mini-Review. **Advances in Enzyme Research**, v. 10, n. 1, p. 23-47, 2022.
9. LIN, E. S. *et al.* Cultivating conditions influence lipase production by the edible Basidiomycete *Antrodia cinnamomea* in submerged culture. **Enzyme Microb. Technol.**, New York, v. 39, p. 98-102, 2006.
10. VAZ, Madalena; CHOUPINA, Altino. Lipases: biocatalizadores da hidrólise de triacilgliceróis. **REB-Revista Eletrônica de Biologia**, v. 5, n. 3, p. 42-58, 2012.
11. FERRAZ, J.L *et al.* Obtenção de lipases microbianas: uma breve revisão. **Recen-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 20, n. 1, p. 30-54, 2018.
12. BHARATHI, D.; RAJALAKSHMI, G. Microbial lipases: an overview of screening, production and purification. **Biocatal Agric Biotechnol** 22: 101368. 2019.
13. RIGO, D. *et al.* Produção microbiológica de enzimas: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 9232-9254, 2021.
14. HANKIN, L.; ANAGNOSTAKIS, S. L. The use of solid media for detection of enzymes production by fungi. **Mycologia**, New York, v. 67, n. 3, p. 597-607, Nov/Dec. 1975.
15. MARINHO, B. M. Produção de lipase por novas linhagens de fungos filamentosos. **Trabalho de conclusão de curso**. Curso de farmácia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.
16. MATEOS-DÍAZ, E. *et al.* High-throughput screening method for lipases/esterases. In: Lipases and Phospholipases. **Humana Press**, p. 89-100, 2012.
17. ROCHA, A.C.P. *et al.* Isolation of potential lipolytic filamentous fungi from Macauba samples for applications in biotechnological processes. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.5, p. 49426-49442, 2021.



18. SPERB, J. G. C. et al. Avaliação qualitativa da produção de lipases e biossurfactantes por fungos isolados de resíduos oleosos. **ENGEVISTA**, V. 17, n. 3, p. 385-397, 2015.

### **Agradecimentos**

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e ao Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP) pelo espaço para a realização do trabalho. À CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte ao projeto.



## **Estudo da viabilidade de *Lactobacillus reuteri* livre e encapsulado frente à condições de stress osmótico**

**Monique Silveira Ramos<sup>1\*</sup>; Luise de Oliveira Sena<sup>2</sup>; Silvania Lopes da Silva<sup>3</sup>; Sthefany Nicolle Gomes Pinto<sup>4</sup>; Nívio Batista Santana<sup>5</sup>**

**Resumo:** A conscientização da população sobre a importância de uma alimentação saudável tem estimulado a procura por alimentos que ofereçam a nutrição necessária ao corpo. Dentre esses alimentos, destacam-se os prebióticos e os probióticos, substâncias que podem proporcionar benefícios aos consumidores, como o bom funcionamento do organismo e redução dos riscos de desenvolvimento de diversas doenças. Contudo, a viabilidade dos probióticos pode ser reduzida de forma drástica durante o processamento e armazenamento dos alimentos, como na passagem pelo trato gastrointestinal humano, impedindo que ele atue de forma relevante sob o hospedeiro. Uma alternativa promissora de fornecer maior proteção na entrega dos microrganismos ao consumidor, é a encapsulação. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da farinha de banana verde (FBV), alimento com propriedades prebióticas, combinada ao alginato de sódio como materiais de revestimento para o encapsulamento de *Lactobacillus reuteri* por extrusão, visando aumentar sua viabilidade frente à condições de stress osmótico. Avaliou-se a viabilidade do probiótico encapsulado durante armazenamento a 4 °C por 24 horas, em soluções de cloreto de sódio e sacarose, ambas a 10 % (p/v). As cápsulas produzidas mostraram-se mais resistentes em comparação às células livres durante exposição aos meios de stress, evidenciando proteção efetiva da técnica aplicada. Contudo, a adição de FBV na elaboração das cápsulas não influenciou significativamente na viabilidade das células. Assim, faz-se necessário a realização de estudos que investiguem se cápsulas com maiores concentrações de FBV exerceriam efeitos mais impactantes na preservação das cepas do probiótico analisado e se o comportamento das cápsulas inseridas no alimento seria similar aos testes prévios realizados.

**Palavras-chave:** Alimentos funcionais. Cápsulas. Prebióticos. Probióticos.

### **Introdução**

A busca por uma alimentação saudável e nutritiva que além de proporcionar os nutrientes necessários ao organismo, ofereça certa resistência à doenças crônicas vem crescendo globalmente, indicando maior conscientização da população da importância que o alimento tem sobre a saúde (1).

---

<sup>1,2</sup>Doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

<sup>3</sup>Mestranda em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

<sup>5</sup>Docente/pesquisador, DTRA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

E-mail para a correspondência: moniqueramos1207@gmail.com



Dentre os produtos alimentícios, destacam-se os alimentos conhecidos como funcionais, pois apresentam compostos bioativos capazes de atuar no metabolismo humano. Como exemplo, tem-se os prebióticos e probióticos, substâncias importantes para a indústria alimentícia (2).

Prebióticos são compostos alimentares não digeríveis que são fermentados seletivamente pela flora intestinal para melhorar a saúde do hospedeiro, estimulando o crescimento e a atividade de bactérias probióticas (3). Inulina, fruto-oligossacarídeos, galacto-oligossacarídeos e amido resistente são os principais prebióticos utilizados na indústria de alimentos (4).

Já os probióticos são microrganismos vivos capazes de colonizar o trato gastrointestinal humano e quando consumidos em quantidades adequadas, conferem benefícios a saúde de seu hospedeiro, como prevenção à doenças inflamatórias intestinais e melhorias ao sistema imunológico (5). *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são os gêneros de bactérias probióticas mais usadas como adjuvantes alimentares (6).

No entanto, algumas condições são apontadas como desafiadoras na sobrevivência e colonização dessas bactérias, desde o processamento e armazenamento dos alimentos (teor de oxigênio, baixo pH, stress osmótico e temperatura) como na passagem pelo trato gastrointestinal humano (alta acidez estomacal, elevada concentração de sais bilares e presença de enzimas digestórias). Dessa forma, diferentes técnicas estão sendo desenvolvidas para diminuir os efeitos fatais causados aos microrganismos quando expostos à situações desfavoráveis (7).

Uma das técnicas mais promissoras é o encapsulamento, que consiste em proteger os microrganismos de stress ambientais através do seu aprisionamento dentro de um material de revestimento, resultando em pequenas cápsulas mais resistentes (8). Porém, não existe material de revestimento que garanta por total a viabilidade dos microrganismos. À vista disso, a combinação de dois ou mais materiais de revestimento, originando um co-encapsulamento, pode melhorar a viabilidade e fornecer maior controle de liberação dos probióticos encapsulados (9).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da farinha de banana verde (FBV), alimento com propriedades prebióticas, combinada ao alginato de sódio como materiais de revestimento para o encapsulamento de *Lactobacillus reuteri* por extrusão, visando aumentar sua viabilidade frente às condições de stress osmótico.



## Material e Métodos

### - Microrganismo e condições de cultivo

O microrganismo utilizado neste estudo, *L. reuteri* DSM 17938, foi obtido através do medicamento comercial ProVance. Para isso, um comprimido foi dissolvido em 25 mL de caldo Man-Rogosa-Sharp (MRS) esterilizado a 121 °C por 15 min e incubado a 37°C por 24 h sem agitação. Após esse período, placas contendo meio MRS foram estriadas por esgotamento e incubadas a 37 °C por 48 h para obtenção de culturas puras. Após o crescimento, uma colônia isolada da placa foi inoculada em 25 mL de caldo MRS e incubado a 37 °C por 24 h. Posteriormente, as células foram colhidas em centrífuga a 4000 rpm por 15 min, lavadas duas vezes com solução salina estéril 0,9 % (p/v) e ressuspensas em 5 mL de água destilada estéril, originando a suspensão de células probióticas livres.

### - Preparação das cápsulas

As cápsulas foram produzidas através do método de extrusão com tecnologia de vibração (10, 11). Na Tabela 1, encontra-se a a composição dos tratamentos avaliados.

Tabela 1 – Composição dos tratamentos avaliados.

Tratamentos	Composição			
	Água	Alginato	Microrganismo	FBV
T0	100 mL	4 g	0,1 g	-
T1	100 mL	4 g	0,1 g	0,5 g

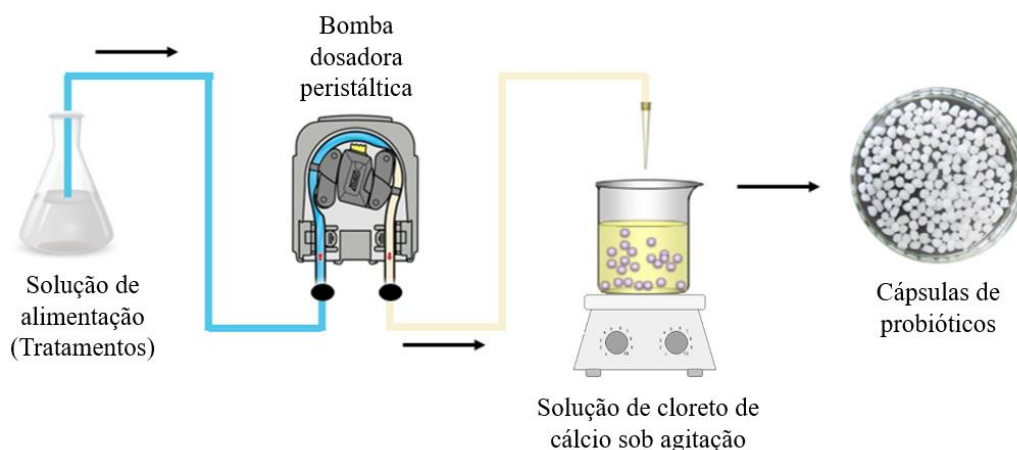
Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: T0: Cápsulas sem adição de FBV; T1: Cápsulas com adição de 0,5 g de FBV.

Inicialmente, o alginato de sódio foi previamente solubilizado à 70 °C na concentração de 4 % (p/v). Posteriormente, no tratamento T1, adicionou-se 0,5 g de FBV e esterilizou-se a 121 °C por 15 min. Após o resfriamento, incluiu-se 0,1 g da suspensão de células probióticas livres, contendo  $1 \times 10^{11}$  UFC/g equivalente a 11,08 Log<sub>10</sub> UFC/g, dando origem as soluções de alimentação. As soluções de alimentação foram bombeadas e gotejadas em solução de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) 10% (p/v) mantida sob agitação magnética através de uma bomba dosadora peristáltica digital, com vazão de 0,33 mL/min.

Para melhorar a morfologia das cápsulas, acoplou-se uma ponteira de pipeta de 10-100 µL na mangueira da bomba e a distância entre a ponteira e a superfície da solução de CaCl<sub>2</sub> foi de 5 cm (Figura 1).

Figura 1 – Produção de cápsulas a partir do método de extrusão com tecnologia de vibração.



Fonte: Dos autores, 2022.

As cápsulas resultantes permaneceram em repouso na solução de  $\text{CaCl}_2$  por aproximadamente 30 min, posteriormente, realizou-se a separação e lavagem com solução salina estéril 0,9 % (p/v).

- Avaliação da viabilidade de *Lactobacillus reuteri* livre e encapsulado ao stress osmótico

A viabilidade de *L. reuteri* livre e encapsulado, submetidos ao stress osmótico, foi avaliada tanto em solução de sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) quanto em solução de cloreto de sódio (NaCl), ambas na concentração de 10% (p/v) (10). Para isso, 2 g de células probióticas livres e 2 g de cápsulas foram adicionadas, individualmente, em 20 mL de solução de sacarose e armazenadas a 4 °C por 24 h. Nos tempos 0, 12 e 24 h, amostras de 0,1 g foram coletadas, solubilizadas individualmente em tubos de ensaio contendo 9 mL de citrato de sódio 0,1 M. Realizou-se diluições seriadas, plaqueamento em meio MRS e incubação a 37 °C por 48 h. A população de bactérias foram expressas em  $\text{Log}_{10}$  UFC/g de células livres e  $\text{Log}_{10}$  UFC/g de cápsulas. Para a solução de NaCl, executou-se os mesmos procedimentos.

- Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA). Para os modelos significativos, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, a um nível de 95 % de significância ( $<0,05$ ). Os cálculos estatísticos foram efetuados utilizando o software *Statistical Analysis System* (SAS).

## Resultados e Discussão

Nesse estudo, foi observado o comportamento de *L. reuteri* na forma livre e após encapsulamento sem e com adição de FBV, em solução de cloreto de sódio e de sacarose, na temperatura de 4 °C por 24 h.

Os resultados da viabilidade celular e taxa de sobrevivência dos microrganismos livres e encapsulados sem e com FBV, expostos à solução de cloreto de sódio são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Viabilidade das células viáveis de *L.reuteri* livres e encapsuladas por extrusão, expostas à solução de cloreto de sódio a 4 °C por 24 h.

Tratamentos	Viabilidade (Log <sub>10</sub> UFC/g)			Taxa de sobrevivência (%)	
	0 h	12 h	24 h	12 h	24 h
CL	9,08 ± 0,03	7,92 ± 0,03	6,70 ± 0,08	87,22 <sup>A</sup>	73,79 <sup>A</sup>
T0	6,77 ± 0,13	5,99 ± 0,03	5,73 ± 0,07	88,48 <sup>B</sup>	84,64 <sup>B</sup>
T1	6,84 ± 0,02	6,11 ± 0,03	6,01 ± 0,27	89,33 <sup>B</sup>	87,87 <sup>B</sup>

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: CL: Células livres; T0: Cápsulas sem adição de FBV; T1: Cápsulas com adição de 0,50 g de FBV.

Nota: Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para cada tratamento analisado.

Em 12 h de análise, células livres (CL) apresentaram taxa de sobrevivência de 87,22 %, ao passo que cápsulas sem FBV (T0) e com FBV (T1) exibiram, respectivamente, taxas de sobrevivência de 88,48 e 89,33 %. Após 24 h de análise, observou-se viabilidade celular em todos os tratamentos analisados. No entanto, a taxa de sobrevivência dos microrganismos encapsulados sem e com FBV (T0 = 84,64 % e T1 = 87,87 %) foi superior aos microrganismos livres (73,79 %).

Cepas de *L. intestinalis* apresentaram boa taxa de sobrevivência em solução de cloreto de sódio na concentração de 7,5 % (p/v) e cepas de *L. homohiochii* e *L. mesenteroides* resistiram a concentrações de 5 % (p/v), evidenciando que tais microrganismos possuem tolerância a meios salinos (12). Comportamento semelhante foi observado nesse estudo, pois as cepas de *L. reuteri* demonstraram resistência, com viabilidade celular na faixa de 73,79 – 87,87 %, ao final da exposição ao stress osmótico em solução de cloreto de sódio na concentração de 10 % (p/v).

Embutidos fermentados, produto com alto teor de sal, foram adicionados de probióticos encapsulados a fim de avaliar a possibilidade de utilização desses microrganismos para tornar os embutidos mais saudáveis e funcionais. Os resultados





mostraram que a maioria dos encapsulados inoculados inicialmente (5,88 log UFC/g) sobreviveu após 4 dias de fermentação (5,40 log UFC/g) e, aproximadamente metade (2,83 log UFC/g) apresentou viabilidade após 22 dias de maturação, indicando que os probióticos melhorou parcialmente a qualidade da alimentação, sem efeitos adversos na qualidade tecnológica do produto final (13).

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da viabilidade celular e taxa de sobrevivência dos microrganismos encapsulados sem e com FBV em comparação aos microrganismos livres, expostos à solução de sacarose.

Tabela 3 – Viabilidade das células viáveis de *L.reuteri* livres e encapsuladas por extrusão, expostas à solução de sacarose a 4 °C por 24 h.

Tratamentos	Viabilidade (Log <sub>10</sub> UFC/g)			Taxa de sobrevivência (%)	
	0 h	12 h	24 h	12 h	24 h
CL	9,08 ± 0,03	7,64 ± 0,03	6,57 ± 0,14	84,14 <sup>A</sup>	72,36 <sup>A</sup>
T0	6,77 ± 0,13	5,73 ± 0,20	5,40 ± 0,29	84,64 <sup>AB</sup>	79,76 <sup>B</sup>
T1	6,84 ± 0,02	6,02 ± 0,03	5,85 ± 0,16	88,01 <sup>B</sup>	85,53 <sup>B</sup>

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: CL: Células livres; T0: Cápsulas sem FBV; T1: Cápsulas com 0,50 g de FBV.

Nota: Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para cada tratamento analisado.

Em relação a esses resultados, notou-se que em 12 h de análise, células livres (CL) e cápsulas sem FBV (T0) tiveram redução da sobrevivência acima de 15 %. Para as cápsulas produzidas com FBV (T1), taxa de sobrevivência de 88,01 % foi encontrada. Em 24 h de análise, células livres (CL) tiveram redução da viabilidade celular superior a 2 log, preservando 72,36 % das células e apresentaram resistência inferior aos microrganismos encapsulados sem e com adição de FBV (T0 e T1), que finalizaram com taxa de sobrevivência de 79,76 % e 85,53 %, respectivamente.

Células livres e encapsuladas de *L. reuteri* foram inoculadas em geleia de damasco, produto com alto teor de açúcar (10). Os resultados alcançados indicaram que o encapsulamento auxiliou na proteção das células, proporcionando menor redução da viabilidade celular (0,67 – 1 log) em comparação às células livres (2 log).

Desempenho similar foi observado nesse estudo, pois redução de 2,51 log foi observada para células livres (CL) enquanto valores inferiores foram registrados no caso das cápsulas sem FBV (1,37 log) e com FBV (0,99 log), ao final da exposição ao stress osmótico em solução de sacarose na concentração de 10 % (p/v).

Estudo realizado com amostras de chocolates enriquecidas com três cepas de bactérias probióticas encapsuladas, avaliou a potencialidade do alimento com alto teor de



açúcar como carreadores desses microrganismos. Relatou-se que após 360 dias de armazenamento a 4 e 20 °C, a contagem total de células viáveis mantiveram-se na faixa de 9 – 8 log UFC/g, os atributos sensoriais do chocolate não foram alterados pela adição das cápsulas e resultou em um alimento com excelente qualidade global (14).

Levando em consideração os efeitos dos fatores de stress estudados, é importante reconhecer que para exibir impactos benéficos à saúde, com segurança e eficácia, a Organização Mundial de Saúde (OMS) juntamente com a Organização para Alimentação de Agricultura das Nações Unidas (FAO) estabeleceu que os probióticos devem estar presentes em concentrações maiores que 10<sup>6</sup> UFC/mL ou g de alimento (15).

Neste estudo nenhum dos tratamentos analisados preservaram por total a taxa de sobrevivência dos microrganismos durante 24 h nas soluções de stress osmótico utilizadas. No entanto, os resultados evidenciaram que as cápsulas, independente da presença de FBV, destacaram-se, significativamente ( $p > 0,05$ ), na proteção de *L. reuteri* quando adicionados em solução de cloreto de sódio e de sacarose, em comparação à células livres nas mesmas condições de stress.

Dessa forma, pôde-se constatar que a quantidade de FBV utilizada na preparação das cápsulas não conferiu efeito prebiótico significativo aos microrganismos, tornando-se viável pesquisas que avaliem se proporções maiores do alimento seriam mais pertinentes.

À vista disso, torna-se necessário avaliar a aplicabilidade das cápsulas probióticas diretamente em alimentos que possuem elevadas concentrações de sal (produtos cárneos fermentados, picles, etc.) e açúcar (geleias, doces, etc.), para que resultados mais relevantes sejam obtidos antes desses produtos serem introduzidos na indústria de alimentos.

## **Conclusão**

Por meio da pesquisa verificou-se que as cápsulas foram mais resistentes em comparação às células livres durante exposição aos meios de stress osmótico. Contudo, a concentração de FBV utilizada na elaboração das cápsulas não influenciou significativamente na viabilidade das células. Assim, faz-se necessário a realização de estudos que avaliem se cápsulas com maiores concentrações de FBV exerceriam efeitos mais impactantes na preservação das cepas do probiótico analisado e se o comportamento das cápsulas inseridas no alimento seria similar aos testes prévios realizados.



## Referências Bibliográficas

1. MIROSA, M.; MANGAN-WALKER, E. Young Chinese and functional foods for mobility health: Perceptions of importance, trust, and willingness to purchase and pay a premium. **Journal of Food Products Marketing**, v. 24, n. 2, p. 216-234, 2018.
2. GRANATO, D. *et al.* Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 11, p. 93-118, 2020.
3. DARJANI, P. *et al.* Influence of prebiotic and coating materials on morphology and survival of a probiotic strain of *Lactobacillus casei* exposed to simulated gastrointestinal conditions. **LWT-Food Science and Technology**, v. 73, p. 162-167, 2016.
4. GUIMARÃES, J. T. *et al.* Impact of probiotics and prebiotics on food texture. **Current Opinion in Food Science**, v. 33, p. 38-44, 2020.
5. BATISTA, A. L. D. *et al.* Developing a synbiotic fermented milk using probiotic bacteria and organic green banana flour. **Journal of Functional Foods**, v. 38, p. 242-250, 2017.
6. PINTO, A. *et al.* Screening of bacteriocinogenic lactic acid bacteria and their characterization as potential probiotics. **Microorganisms**, v. 8, n. 3, p. 393, 2020.
7. ARSLAN, S. *et al.* Microencapsulation of probiotic *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* with different wall materials by spray drying. **LWT-Food Science and Technology**, v. 63, n. 1, p. 685-690, 2015.
8. CHAWDA, P. J. *et al.* Co-encapsulation of bioactives for food applications. **Food Quality and Safety**, v. 1, n. 4, p. 302-309, 2017.
9. RASHIDINEJAD, A. *et al.* Co-encapsulation of probiotics with prebiotics and their application in functional/synbiotic dairy products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-25, 2020.
10. DE PRISCO, A. *et al.* Microencapsulation by vibrating technology of the probiotic strain *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 to enhance its survival in foods and in



gastrointestinal environment. **LWT-Food Science and Technology**, v. 61, n. 2, p. 452-462, 2015.

11. ZAEIM, D. *et al.* Double layer co-encapsulation of probiotics and prebiotics by electro-hydrodynamic atomization. **LWT-Food Science and Technology**, v. 110, p. 102-109, 2019.

12. POFFO, F.; SILVA, M. A. C. Caracterização taxonômica e fisiológica de bactérias ácido-láticas isoladas de pescado marinho. **Food Science and Technology**, v. 31, p. 303-307, 2011.

13. SONG, M. Y. *et al.* Quality characteristics of functional fermented sausages added with encapsulated probiotic *Bifidobacterium longum* KACC 91563. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 38, n. 5, p. 981, 2018.

14. LALIČIĆ-PETRONIJEVIĆ, J. *et al.* Synergistic effect of three encapsulated strains of probiotic bacteria on quality parameters of chocolates with different composition. **Journal of Functional Foods**, v. 38, p. 329-337, 2017.

15. DODOO, C. C. *et al.* Targeted delivery of probiotics to enhance gastrointestinal stability and intestinal colonisation. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 530, n. 1-2, p. 224-229, 2017.



## Obtenção de L-asparaginase por rota biotecnológica para evitar a formação de Acrilamida nos alimentos

Suedali Villas Bôas <sup>1\*</sup>; Ana Paula de Figueiredo Conte Vanzela<sup>2</sup>

*1 Laboratório de Bioquímica, Departamento de Ciências Básicas do Campus JK, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, Minas Gerais, Brasil.*

*2 Laboratório de Biologia Molecular e Biotecnologia de Fungos, Departamento de Farmácia do Campus JK, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, Minas Gerais, Brasil.*

\*e-mail: suebarata@yahoo.com.br

**Resumo:** Buscando uma solução para a problemática do descarte na natureza de glicerol um coproduto do biodiesel, diversas pesquisas estão sendo realizadas a fim de viabilizar seu uso como matéria-prima alternativa para a obtenção de produtos industriais. A L-asparaginase é uma enzima utilizada na indústria alimentícia para evitar a formação de acrilamida (uma substância carcinogênica) nos alimentos. A busca por linhagens produtoras entre fungos decorre do seu potencial genético, visto que possuem em seus genomas numerosos genes codificadores de enzimas, os quais sustentam seu modo de vida heterotrófico e seu papel decompositor, balizando sua versatilidade para crescimento em variadas condições, bem como sua capacidade de utilizar e converter ampla gama de fontes de carbono, inclusive o glicerol. As fontes de carbono mais utilizadas por fungos filamentosos para conversão a produtos de interesse humano são: glicose, maltose e amido, sendo que as mesmas podem ser substituídas por glicerol para aqueles micro-organismos que fazem essa conversão, baixando o custo de produção. Portanto o objetivo desse trabalho foi verificar o potencial de *Fusarium* sp. T22.2 um fungo endêmico da região de Diamantina MG, para a conversão de glicerol a L-asparaginase. Após a dosagem enzimática, *Fusarium* sp. T22.2 produziu elevada atividade de L-asparaginase em meio líquido suplementado com glicerol em pH neutro. Os resultados obtidos confirmam o valor da linhagem estudada para o desenvolvimento de processos biotecnológicos com a finalidade de obter substâncias de alto valor agregado a partir da bioconversão de glicerol.

**Palavras-chave:** Coproduto. Enzima. *Fusarium* sp. T22.2. Glicerol.

### Introdução

Nos últimos anos, a crescente preocupação com o esgotamento das fontes fósseis e seus impactos ambientais tem impulsionado as pesquisas relacionadas à obtenção de combustíveis a partir de recursos renováveis (1). Dentre as várias tecnologias sustentáveis estudadas nas últimas décadas, têm-se aquelas que fazem uso de óleos vegetais ou animais para a produção de biodiesel e que fornecem glicerol como um coproduto produzido em larga escala. Na busca de uma solução para a problemática do descarte de glicerol na





natureza, diversas pesquisas estão sendo realizadas, a fim de viabilizar seu uso como matéria-prima alternativa para a obtenção de produtos industriais. O uso de glicerol como substrato e fonte de carbono para o metabolismo de fungos filamentosos é uma alternativa para obtenção de produtos de alto valor agregado como os ácidos orgânicos e enzimas, contribuindo para a diminuição dos custos de produção. A L-asparaginase (L-asparagina amino hidrolase, E.C. 3.5.1.1) é uma enzima que catalisa a reação irreversível de degradação da L-asparagina em L-aspartato e amônia em ambientes aquosos (2). É uma enzima que têm ganhado destaque por suas diversas e importantes funções, como na indústria alimentícia, na qual é usada para reduzir os níveis de acrilamida (uma substância carcinogênica), que é formada quando os alimentos são fritos ou cozidos em altas temperaturas, especialmente em alimentos ricos em carboidratos como batatas, pães e biscoitos (3).

A formação de acrilamida em alimentos aquecidos é devida principalmente à reação da asparagina livre com açúcares redutores (4). Quando se adiciona L-asparaginase antes de cozinhar alimentos ou fritá-los, a enzima degrada L-asparagina e assim, a formação de acrilamida pode ser significativamente reduzida. Alguns fungos como: *A. niger* e *Aspergillus oryzae* que produzem L-asparaginase foram comercialmente utilizadas com o objetivo de reduzir a formação de acrilamida (5). **Objetivo:** Assim contextualizado, no presente trabalho foi investigada a adequação da linhagem do fungo filamentoso *Fusarium* sp. T22.2 para a produção de L-asparaginase utilizando glicerol, um coproduto de Biodiesel.

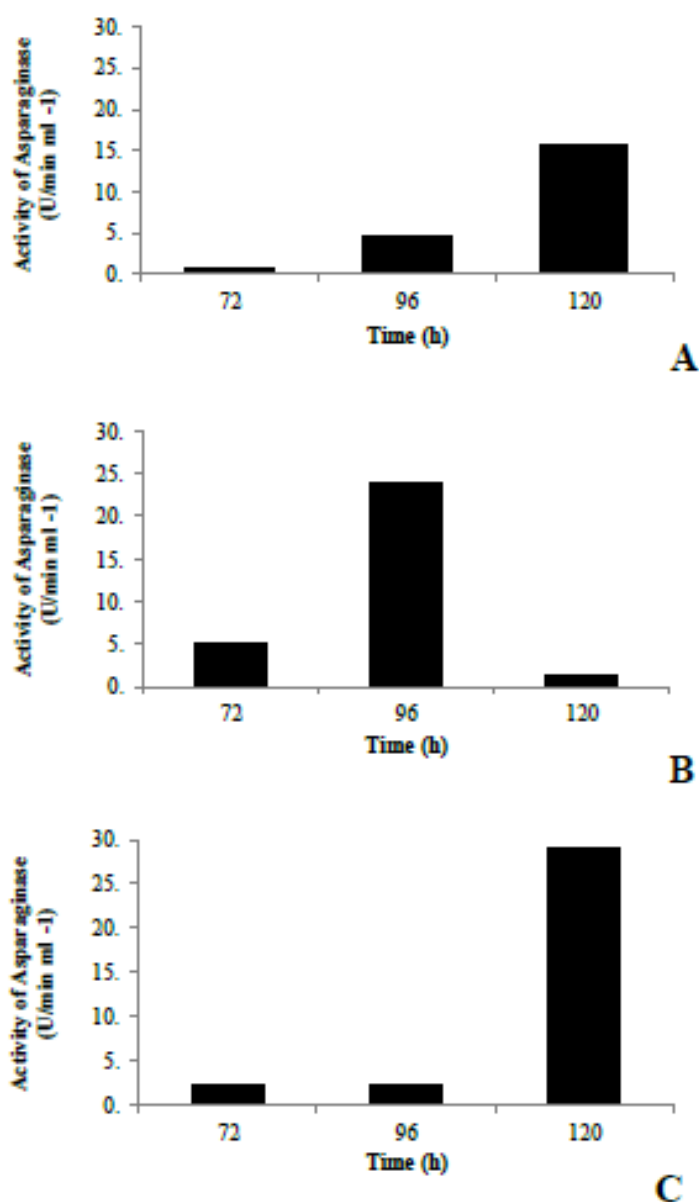
## Material e Métodos

Metodologia: Foram realizados bioprocessos em meio líquido estacionário de modo a conter: glicerol; L-asparagina,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , NaCl,  $\text{MgSO}_4$  (6). Os meios foram elaborados segundo resultados anteriores definidos por planejamento fatorial com o programa *Statistica 7.0*. Os esporos de *Fusarium* sp. foram inoculados em meios de cultivo para uma concentração final de  $1 \times 10^5 \text{ mL}^{-1}$ . As culturas em triplicata foram incubadas por 120 horas, a  $30^\circ \text{C}$ . As amostras foram retiradas em intervalos de 24 horas no período de 72 a 120 horas de cultivo e centrifugadas por 10 minutos a 5.000 rpm. (7). A atividade enzimática foi determinada no sobrenadante conforme metodologia de (8).

## Resultados e Discussão

A primeira condição desenvolvida para a produção de L-asparaginase induziu produção de 15,66 UI da enzima, e o tempo para obter a máxima da atividade enzimática na cultura foi de 120 horas (Figura 1A).

Figura 1: Produção de L-asparaginase por *Fusarium* sp. T22.2 em bioprocessos



Fonte: Dos autores, 2019.

Culturas de *Fusarium* sp. T.22.2 foram preparadas em três meios, formulados como segue: Bioprocesso A (glicerol 25 g L<sup>-1</sup>; L-asparagina 5 g L<sup>-1</sup>; pH 8.0); Bioprocesso B (glicerol 29,7 g L<sup>-1</sup>; L-asparagina 10 g L<sup>-1</sup>; pH 7.0); Bioprocesso C (glicerol 5 g L<sup>-1</sup>; L-asparagina 15 g L<sup>-1</sup>; pH 6.0).



A produção da enzima em menores concentrações de L-asparagina é preferível porque esse é um substrato de alto custo. Embora a produção máxima tenha atrasado para 120 horas, a atividade produzida no bioprocessos A ainda foi alta: 15,66 UI. (9) avaliaram diferentes fontes de carbono para a produção de L-asparaginase por *Fusarium equiseti* por fermentação em estado sólido: foram produzidas 3,26 U/ml e 0,21 U/mL nas fermentações conduzidas com farinha de soja e bagaço de cana, respectivamente. (10) utilizaram *Streptomyces ginsengisoli* para produzir L-asparaginase por fermentação submersa em meio suplementado com sacarose, glicose, lactose e manitol. Após a otimização das condições esses autores conseguiram uma produção de 3,23 mol/mL da enzima.

O cultivo de *Fusarium* sp. T22.2 nas condições do bioprocessos B (Figura 1B) elevou a produção de L-asparaginase em comparação com aquela obtida no bioprocessos A. Pelo ajuste do meio com glicerol a 29,7 g L<sup>-1</sup>; L-asparagina a 10 g L<sup>-1</sup> e pH 7, foi possível obter 23,92 UI de L-asparaginase após 96 horas. Um tempo menor de produção é preferível aos longos bioprocessos.

A melhor condição para a produção da enzima pela linhagem T22.2 foi o bioprocessos C, no qual a atividade atingiu 29,08 UI após 120 horas. Nessa condição, o pH foi ajustado para 6,0, levemente abaixo do pH 6,5 indicado como preferencial para a produção de L-asparaginase segundo o planejamento fatorial.

Todos os três bioprocessos A, B e C delineados com base em análises estatísticas anteriores mostraram-se com boas condições para a produção de L-asparaginase por *Fusarium* sp. T22.2. Por meio dessa abordagem, foi possível elevar a produção em um fator de aproximadamente 40 vezes comparado com os estudos iniciais da linhagem T22.2 (7).

## Conclusão

O uso de glicerol como fonte de carbono apresenta grande interesse para a produção de L-asparaginase, uma enzima de elevado valor agregado, utilizada na diminuição de acrilamida, uma substância carcinogênica formada a partir de alimentos ricos em carboidratos quando fritos ou cozidos. A linhagem *Fusarium* sp. T22.2 selecionada em estudos anteriores mostrou elevado potencial para a produção dessa enzima, tendo secretado atividade de 29,08 UI, uma produção maior do que a de muitos relatos da literatura. Além disso, muitos trabalhos científicos apontam a produção da enzima L-asparaginase em meio suplementado com fontes de carbono de custo mais



elevado, ou em meio complexo, cuja formulação é ainda mais dispendiosa, ao passo que a produção da linhagem T22.2 foi obtida em meio suplementado com glicerol, acrescido apenas de sais de fosfato e do substrato indutor.

Em suma, essa pesquisa permitiu confirmar que a linhagem fúngica em estudo é capaz de produzir substâncias de alto valor agregado, contribuindo positivamente para a sustentabilidade, pela possibilidade de conversão do glicerol um coproduto do Biodiesel a L-asparaginase.

### Referências Bibliográficas

1. NIGAM, P. S.; SINGH, A. Production of liquid biofuels from renewable resources. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 37, p. 52-68, 2011.
2. SHANTHIPRIYA, A. *et al.* Factors influencing L-asparaginase Production by Three Thermophilic Caprophilous Fungi. **International Journal of Pharma Sciences**, v. 5, p. 1242–1248, 2015.
3. CACHUMBA, J. *et al.* Biotechnology and industry microbiology current applications and different approaches for microbial l-asparaginase production. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, p. 77-85, 2016.
4. MAHAJAN, R. *et al.* Efficient production of L-asparaginase from *Bacillus licheniformis* with low-glutaminase activity: Optimization, scale up and acrylamide degradation studies. **Bioresource Technology**, V. 125, P. 11–16, 2012.
5. ZUO, S. *et al.* Reduction of acrylamide level through blanching with treatment by an extremely thermostable l-asparaginase during French fries processing. **Extremophiles**, v. 19, p. 841–851, 2015.
6. VILLAS BÔAS, S.; VANZELA, A. P. The genus *fusarium* as source of the anti leukemic enzyme l-asparaginase: adjustment of the productive conditions. **International Journal of Development Research**, Vol. 09, p. 29843-29848, 2019.



7. GONÇALVES, A. *et al.* Fungal production of the anti-leukemic enzyme L-asparaginase: from screening to medium development. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 38, p. 387-394, 2016.
  
8. CHOW, Y.; TING, A. S. Y. Endophytic l-asparaginase-producing fungi from plants associated with anticancer properties. **Journal of Advanced Research**, v. 6, n. 6, p. 869–876, 2015.
  
9. HOSAMANI, R.; KALIWAL, B. B. Isolation, molecular identification and optimization of fermentation parameters for the production of L-asparaginase, an anticancer agent by *Fusarium equiseti*. **International Journal of Microbiology Research**, v. 3, p. 108-119, 2011.
  
10. DESPHANDE, M., CHOUBEY, P., AGASHE, M. Studies on Optimization of Growth Parameters for L-Asparaginase Production by *Streptomyces ginsengisoli*. **The Scientific World Journal**, 2014.

### **Agradecimentos**

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis e ao Departamento de Farmácia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, campus JK por fornecer toda estrutura para que esse trabalho fosse realizado.





## **Produção e avaliação de fermentado alcoólico a partir de polpas de umbu (*Spondias tuberosa*) e cagaita (*Eugenia dysenterica*) utilizando levedura *Saccharomyces cerevisiae* CA11.**

**Diego Pádua de Almeida<sup>1</sup>; Karina Vila Verde Silva<sup>2</sup>; Michele Cristina Vieira<sup>3</sup>; Cintia Lacerda Ramos<sup>4</sup>**

**Resumo:** O desenvolvimento de tecnologias de produção de frutos do Cerrado, visam um maior aproveitamento dos frutos e geração de recursos para os produtores. O umbuzeiro é caracterizado como árvore frutífera nativa do semiárido brasileiro, os frutos são consumidos *in natura* ou em diversos preparos devido ao seu sabor, aroma, qualidades nutricionais e alto rendimento de sua polpa. A cagaita, fruto da cagaiteira, tem sua forma globosa, amarelo-claro e é levemente ácida. O fruto pode ser utilizado para produção de geleias, álcool e até sorvetes, podendo também ser consumido na forma *in natura*. A *Saccharomyces cerevisiae* é uma levedura fermentativa bastante utilizada na indústria alimentícia. Ela promove a fermentação alcoólica produzindo álcool etílico como o produto principal juntamente a componentes secundários como o glicerol, aldeídos, ácidos, metanol que afetam a qualidade do produto. Segundo a Legislação Brasileira em vigência, os fermentados de frutas devem ter sua graduação alcoólica de 4% a 14% v/v, obtida da fermentação de frutas frescas ou suco integral concentrado. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a fermentação de polpas dos frutos umbu e cagaita com leveduras *Saccharomyces cerevisiae* CA11 obtendo álcool da destilação das polpas. Os fermentados dos frutos foram elaborados em duplicata e em três formulações, e posteriormente submetidos às análises físico-químicas para caracterização. A fermentação de cagaita apresentou menores ( $p < 0,05$ ) valores de pH e conseqüentemente maior acidez. Também foram observados maior desprendimento de  $\text{CO}_2$  e maiores teores de álcool na fermentação de cagaita. Não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) dos parâmetros observados para as fermentações utilizando polpa de umbu diluída ou sem diluição. Os resultados demonstram potencial para utilização destes frutos para elaboração de fermentados alcoólicos, porém ajustes no pH e avaliação de outras leveduras são ainda necessários para otimização do processo.

**Palavras-chave:** Cerrado brasileiro. Fermentação. Teor alcoólico.

---

<sup>1</sup>Mestrando do programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campus JK.

<sup>2</sup> Mestranda do programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campus JK.

<sup>3</sup>Técnica do Laboratório de Bioquímica e Biofísica, Departamento de Ciências Básicas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campus JK

<sup>4</sup>Docente do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campus JK

E-mail para a correspondência: diego.almeida@ufvjm.edu.br



## Introdução

O Cerrado no Brasil é caracterizado por apresentar bosques, savanas, pastagens e florestas secas, ocupando uma margem de 24% do território nacional e chegando a aproximadamente 200 milhões de hectares. O Cerrado, compreendendo o planalto central brasileiro, possui vegetação formada por combinações de variadas formas estruturais, os campos limpos que são pastagens do Cerrado, o Cerradão que apresenta Florestas de Cerrado, e campos sujos caracterizado como matagal Cerrado. Devido a extensa variedade de biodiversidade entre plantas e animais, o Cerrado pode ser considerado um hotspot do Brasil (1).

Com o uso avançado das tecnologias de produção, uso de irrigações, as técnicas de melhoramento genético aliados à grande preocupação em um aproveitamento integral dos frutos de modo a reduzir o desperdício, visam o desenvolvimento de novos produtos e maior renda para os produtores. Plantas do Cerrado são adaptadas de modo a resistirem a climas distintos como, por exemplo, grandes períodos de seca, períodos de altas precipitações e solos pobres. Com isso, compostos bioativos podem ser associados a essas plantas, onde elas usam como necessidade seus mecanismos de defesa no seu processo de crescimento contra agentes biológicos, químicos e também agentes físicos (2).

Árvore frutífera nativa do ecossistema semiárido do Brasil, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) apresenta um extenso potencial para o cultivo. Os frutos do umbuzeiro são consumidos de forma *in natura* ou em formas diversas por apresentar sabor, aroma, qualidades nutricionais e uma alta porcentagem de rendimentos de suas polpas. São destinados à produção de polpas de frutas, em torno de 50% das colheitas de umbu, sendo 40% descartados. Com isso, o processo de aplicação biotecnológica na produção de fermentados de umbu destacam uma forma de obter uma diminuição das perdas aumentando a produtividade dos frutos (3).

O umbu é um fruto de amplo conhecimento, mas ainda pouco explorado cientificamente em estudos. Este fruto caracteriza-se por sua forma globosa ou ovoide, de polpa suculenta, de sabor doce acidulado e paladar agradável, também rico em vitamina C e minerais, como cálcio, ferro e fósforo (4). Rico em carboidratos fermentescíveis entre outros nutrientes, o umbu possui extratos com ótimas condições de desenvolvimento para fermentação alcoólica (3).



A cagaita (*Eugenia dysenterica*), bem adaptada à solos pobres, é uma árvore frutífera do cerrado ou cerradão, com até dez metros de altura e com frutos de forma globosa, amarelo-claro e levemente ácidos. Frutificam entre outubro e dezembro, são bastante apreciados e de ampla utilização alimentar. O fruto pode ser utilizado na produção de álcool, geleias, vinagre e até sorvetes, sendo consumido principalmente na forma *in natura* (5,6).

Os frutos da cagaita são ricos em nutrientes e características sensoriais muito atrativas como sabor, cor e aroma, porém não são explorados em grande escala comercialmente. Sua distribuição é bem ampla, ocorre nos estados de Minas Gerais, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Bahia, Tocantins, Piauí, São Paulo e Distrito Federal. Ricas em vitamina C e muito saborosas, as frutas da cagaiteira são bem aceitas regionalmente e têm demonstrado a viabilidade do uso para a produção de bebidas alcoólicas (6).

O gênero *Saccharomyces* descrito inicialmente por Reess em 1870, classificado como fungo ascomiceto é pertencente à ordem *Saccharomycetales* e à família *Saccharomycetaceae*. Considerados microrganismos teleomorfos, sua reprodutividade denominada assexuada observada com brotamento multilateral com suas células atribuindo diversos formatos globulosos, cilíndrico ou elipsoide, havendo a possibilidade de formação de pseudohifas. As leveduras do gênero *Saccharomyces* habitualmente possuem vigorosa fermentação, porém não se obtêm de compostos amiloides, não utilizando o nitrato como fonte de nitrogênio, utilizando a glicose como fonte principal de carbono e energia (7).

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* atua como agente fermentativo alcoólico usados industrialmente. Com a adição das leveduras ocorre a fermentação alcoólica do suco das frutas, produzindo assim, álcool etílico como principal produto e vários outros componentes secundários, como o glicerol, aldeídos, álcoois superiores, ácidos, metanol e ésteres, que contribuem com as características sensoriais dos produtos fermentados. A matéria-prima utilizada, o agente fermentativo e as condições de processos no sistema de envelhecimento são parâmetros cruciais para a qualidade dos produtos (7).

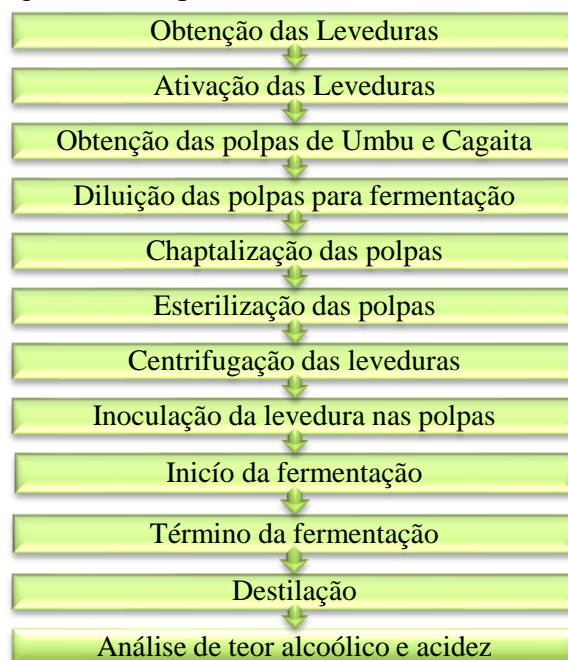
De acordo com a Legislação Brasileira (BRASIL, 1997), fermentados de frutas são bebidas com sua graduação alcoólica variando de 4% a 14% v/v a 20°C. São obtidas da fermentação alcoólica do mosto de frutas sãs, frescas e maduras de uma espécie, do seu suco integral ou concentrado respectivamente, ou polpa, podendo ser adicionado de água, nestes casos. Com isso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a fermentação de

polpas dos frutos de umbu e cagaita utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* CA11.

## Material e Métodos

O experimento de ativação das leveduras *Saccharomyces cerevisiae* CA11 e preparação das polpas de umbu e cagaita para a fermentação foram realizadas no Laboratório de Microbiologia, do Departamento de Ciências Básicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campus JK. O procedimento realizado é descrito no fluxograma abaixo (Figura 1) e descrito logo em seguida.

Figura 1 - Fluxograma do experimento.



Fonte: Autores, 2022.

Inicialmente as leveduras liofilizadas, adquiridas da Universidade Federal de Lavras, foram ativadas em 10 mL de meio YEPG (Yeast Extract Peptone), contendo 1% de extrato de levedura, 2% de peptona de soja e 2% de glicose. Os tubos foram incubados por 24 horas à 30°C e inoculados em 90 mL de meio YEPG por mais 24 horas na mesma temperatura. Após crescimento, as leveduras foram centrifugadas (4000 rpm por 10 minutos) e lavadas com água destilada para remoção do meio de cultura.

As polpas, obtidas da Cooperativa Grande Sertão (Montes Claros, MG), foram descongeladas e preparadas em duplicata, como mostra a tabela 1. Foi realizado a

chaptalização com adição de sacarose até obtenção de 16 °Brix. Após a correção do °Brix, 100 mL de polpa de cada tratamento foram colocados em Erlenmeyer de 250 mL, inoculados com a levedura lavada e incubados em BOD à 30 °C para fermentação.

Tabela 1 – Tratamentos das polpas utilizados para fermentação por *S. cerevisiae* CA11.

AMOSTRA	POLPA
A1	Umbu sem diluição
A2	Umbu com diluição 1:1
A3	Cagaita sem diluição

Fonte: Autores, 2022.

Foram realizadas análises de peso para avaliação do desprendimento de CO<sub>2</sub>, pH em pHmetro digital e o Brix em refratômetro óptico. As análises foram realizadas no tempo 0, e após 5, 18, 30, 42, 90 e 100 horas.

Ao término da fermentação, foram realizadas análises de acidez titulável e posteriormente, a devida destilação para avaliação do teor de álcool, realizadas nos Laboratórios de Bioquímica e de Imunologia, ambos no Departamento de Ciências Básicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campus JK. O processo de destilação montado foi bem simples com a utilização de uma chapa aquecedora, Kitassato, coluna de serpentina de extração de lipídeos e béquer para recolher o álcool extraído da amostra pelo sistema de evaporação, o álcool é transferido do Kitassato para o béquer sendo arrastado pela coluna de extração de lipídeos. Um exemplo aproximado do sistema é demonstrado abaixo na figura 2.

Figura 2 – Processo simples de destilação para a retirada do álcool das polpas fermentadas.



Fonte: Vecteezy, 2022.





Feita a extração do álcool pelo método de destilação, as amostras foram levadas para o Laboratório de Bioquímica do Departamento de Ciências Básicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campus JK. As análises de acidez titulável foram realizadas em bureta com NaOH 1 mol e de teor alcoólico pelo método de densidade do volume recolhido.

Ao final de todas as análises realizadas foi feita a análise estatística usando o software Sisvar através do teste de Tukey com 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Os resultados de pH, brix, CO<sub>2</sub>, acidez e teor alcoólico das fermentações de umbu e cagaita utilizando *S. cerevisiae* CA11 foram submetidos à análise estatística e estão apresentados nas Tabelas 2, 3, 4 e 5. Os valores estão expressos por médias dos resultados. A tabela 2 mostra os resultados das leituras de pH durante a fermentação, pode-se observar que o pH obteve diferença significativa apenas da amostra A3 para as amostras A1 e A2. Este fato provavelmente é devido a amostra A3 ter utilizado a polpa de cagaita, enquanto as amostras A1 e A2 são polpas de umbu, porém uma diluída em água e a outra sem a diluição. As polpas já apresentavam pH ácidos, porém, estes não foram ajustados pois o objetivo inicial era observar a atividade da levedura nas condições da polpa, visando facilitar e diminuir custo para o produtor. Alguns autores (3) mostram que o pH ideal dessas frutas para realização da fermentação é de 4-5.

Tabela 2 – Resultados das análises de pH durante a fermentação.

AMOSTRA	pH						
	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6
A1	2,330 <sup>a±</sup>	2,395 <sup>a±</sup>	2,380 <sup>a±</sup>	2,380 <sup>a±</sup>	2,380 <sup>a±</sup>	2,380 <sup>a±</sup>	2,070 <sup>a±</sup>
	0,014	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,028
A2	2,360 <sup>a±</sup>	2,415 <sup>a±</sup>	2,410 <sup>a±</sup>	2,410 <sup>a±</sup>	2,410 <sup>a±</sup>	2,410 <sup>a±</sup>	2,140 <sup>a±</sup>
	0,000	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
A3	2,840 <sup>b±</sup>	2,770 <sup>b±</sup>	2,740 <sup>b±</sup>	2,740 <sup>b±</sup>	2,740 <sup>b±</sup>	2,740 <sup>b±</sup>	2,640 <sup>b±</sup>
	0,014	0,000	0,085	0,085	0,085	0,085	0,014

Fonte: Autores, 2022.

As letras diferentes na mesma coluna indicam a diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias no teste de tuckey. Os valores de  $\pm$  indicam o desvio padrão.

A Tabela 3 mostra os resultados de Brix durante a fermentação. A Tabela 4 demonstra as leituras de liberação de CO<sub>2</sub> durante a fermentação. O Brix também não obteve diferença significativa entre as amostras A1 e A2, porém foi diferente ( $p < 0,05$ ) da



amostra A3 a partir de 5h de fermentação até 90h. Com 100 h, não houve mais diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre todas as três amostras, demonstrando um consumo dos açúcares fermentescíveis pela levedura.

Tabela 3 – Resultados das análises de Brix durante a fermentação.

AMOSTRA	BRIX						
	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6
A1	17,000 <sup>a±</sup>	15,650 <sup>a±</sup>	13,250 <sup>a±</sup>	9,550 <sup>a±</sup>	5,500 <sup>a±</sup>	5,750 <sup>a±</sup>	5,750 <sup>a±</sup>
	0,141	0,495	0,354	0,071	0,141	0,354	0,000
A2	17,250 <sup>a±</sup>	16,100 <sup>a±</sup>	14,000 <sup>a±</sup>	9,900 <sup>a±</sup>	6,900 <sup>a±</sup>	5,900 <sup>a±</sup>	6,000 <sup>a±</sup>
	0,071	0,354	0,000	0,141	0,707	0,141	0,354
A3	17,250 <sup>a±</sup>	16,250 <sup>a±</sup>	15,900 <sup>b±</sup>	13,000 <sup>b±</sup>	11,800 <sup>b±</sup>	8,450 <sup>b±</sup>	6,850 <sup>a±</sup>
	0,071	0,141	0,000	0,000	0,000	0,636	1,061

Fonte: Autores, 2022.

As letras diferentes na mesma coluna indicam a diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias no teste de tuckey. Os valores de  $\pm$  indicam o desvio padrão.

Com os resultados mostrados na Tabela 3, podemos observar que houve desprendimento de  $\text{CO}_2$ , demonstrando que está acontecendo fermentação. Não houve diferença significativa entre as amostras, porém, pode-se observar maior desprendimento no início do processo fermentativo, principalmente com 5 horas de fermentação. Foi observado uma fermentação mais lenta que outros autores (6), este fato se deve, provavelmente pelo baixo pH das polpas conforme demonstrado anteriormente na Tabela 2.

Tabela 4 – Resultados das leituras de desprendimento de  $\text{CO}_2$  durante a fermentação.

AMOSTRA	DESPRENDIMENTO DE $\text{CO}_2$					
	L0	L1	L2	L3	L4	L5
A1	2,144 <sup>a±</sup>	4,202 <sup>a±</sup>	1,047 <sup>a±</sup>	0,951 <sup>a±</sup>	1,767 <sup>a±</sup>	0,894 <sup>a±</sup>
	0,791	0,427	6,650	0,452	1,068	0,329
A2	2,325 <sup>a±</sup>	4,419 <sup>a±</sup>	1,848 <sup>a±</sup>	1,286 <sup>a±</sup>	2,490 <sup>a±</sup>	1,156 <sup>a±</sup>
	0,291	0,483	0,222	0,005	0,131	0,169
A3	3,265 <sup>a±</sup>	6,169 <sup>a±</sup>	7,603 <sup>a±</sup>	2,106 <sup>a±</sup>	3,972 <sup>a±</sup>	1,967 <sup>a±</sup>
	1,539	0,001	0,232	0,102	0,457	0,168

Fonte: Autores, 2022.

As letras diferentes na mesma coluna indicam a diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias no teste de tuckey. Os valores de  $\pm$  indicam o desvio padrão.

Os resultados demonstrados através da tabela 5 mostram os valores de acidez e teor alcoólico após a fermentação. Em relação a acidez pode-se observar que houve diferença



significativa entre as amostras. A amostra A1 (umbu sem diluição) foi diferente estatisticamente da amostra A3 (cagaita sem diluição), fato também observado para pH. Em relação ao teor alcoólico, não foi observado diferença significativa entre elas, porém, é possível observar que a amostra A3 (cagaita), apresentou maior porcentagem de álcool. Este fato pode ser corroborado com os maiores valores numéricos encontrados para desprendimento de CO<sub>2</sub>.

Tabela 5 – Resultados das análises de acidez e teor alcoólico das polpas fermentadas.

AMOSTRA	ACIDEZ	TEOR ALCOÓLICO
A1	1,450 <sup>a±</sup>	11,950 <sup>a±</sup>
	0,000	4,455
A2	1,500 <sup>ab±</sup>	14,900 <sup>a±</sup>
	0,071	1,556
A3	1,700 <sup>b±</sup>	24,400 <sup>a±</sup>
	0,000	12,728

Fonte: Autores, 2022.

As letras diferentes na mesma coluna indicam a diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias no teste de tuckey. Os valores de  $\pm$  indicam o desvio padrão.

## Conclusão

Os fermentados de umbu e cagaita apresentam características para torná-los fontes novas de investimentos para a produção de bebidas alcoólicas, destacando-se a cagaita onde se obteve maiores teores de álcool. Porém, faz-se necessário a realização de análise sensorial e químicas para que se tenha um resultado mais robusto. Além disso, otimização do processo fermentativo, tais como ajuste de pH e utilização de outras leveduras é crucial para o desenvolvimento de uma bebida utilizando frutos do Cerrado, valorizando o produto regional.

## Referências Bibliográficas

- (1) FERRAZ-ALMEIDA, R.; MOTA, R. P. da. Routes of Soil Uses and Conversions with the Main Crops in Brazilian Cerrado : A Scenario from 2000 to 2020. **LAND**, v. 10, p. 1135, 2021.
- (2) REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. 1–12, 2019.



(3) KENTRONGOMES, Elenice Mendes Silva et al. Produção de fermentado alcoólico a partir da polpa de umbu. **EDUCTE: Revista Científica do Instituto Federal de Alagoas**, v. 1, n. 1, 2010.

(4) LIMA, Lana Leite de Almeida et al. Néctar misto de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) e mangaba (*Hancornia Speciosa* Gomes): elaboração e avaliação da qualidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

(5) LOPES, Ana Cláudia Alencar Lopes et al. Cinética de crescimento de levedura em mosto de cagaita para produção de bebida fermentada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 17, 2015.

(6) OLIVEIRA, M. E. S. et al. Fruit wine produced from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) by both free and immobilised yeast cell fermentation. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2391-2400, 2011.

(7) MATOS, Thelma Tirone Silvério et al. Novas linhagens de *Saccharomyces cerevisiae* e híbridos entre *S. cerevisiae* e *Saccharomyces kudriavzevii* para a produção de cerveja, cachaça e vinho. 2021.

BRASIL, Decreto n. 2314 de 4 de setembro de 1997. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 set. 1997.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem o apoio financeiro fornecido pelas agências Fapemig, Capes e CNPq, bem como a Universidade Federal de Lavras, na pessoa da prof<sup>a</sup>. Dra. Rosane Freitas Schwan, pelo fornecimento da levedura e a Cooperativa Grande Sertão pelo fornecimento das polpas.



## **Análise físico-química e microbiológica de leite cru refrigerado em tanques de expansão em fazendas do município de Guarani – MG e região**

**Tatiane Oliveira Rodrigues<sup>1</sup>; Vitor da Cunha Baía<sup>2</sup>; Ana Paula Gomes Soares Pereira<sup>3\*</sup>, Silvana Rodrigues Pires Moreira<sup>4</sup>**

**Resumo:** O Brasil é um dos maiores produtores de leite de vaca do mundo. Garantir a qualidade deste alimento é primordial para a economia do país e saúde dos consumidores. O leite, ao ser extraído das vacas, pode ser alvo de contaminações causadas por microrganismos patógenos, afetando sua qualidade nutricional. Por isso, é necessária a adoção de medidas que promovam a segurança alimentar e propiciem aos produtores maior eficácia na obtenção e comercialização do leite. A avaliação de características físico-químicas e sensoriais como sabor, odor, critérios de baixa contagem de bactérias, pH, inexistência de microrganismos patogênicos, baixa contagem de células somáticas, inexistência de conservantes químicos e de resíduos de antibióticos, pesticidas e outras drogas, são parâmetros estabelecidos por normas regulamentares. Este trabalho teve como objetivo a análise de vinte amostras de leite natural ou cru, obtidas de produtores rurais da região do município de Guarani – MG. Os parâmetros acima foram analisados, apontando quatro amostras fora dos padrões estabelecidos. Possíveis fraudes foram detectadas, indicando adição de água ao leite pelos produtores, além de problemas de higiene na ordenha. As demais amostras foram indicadas para o consumo humano, conforme padrões de qualidade. Para a manutenção da qualidade do leite é necessária a adoção de estratégias visando a redução das contaminações durante a manipulação do alimento, melhorias no acondicionamento e promoção da saúde do rebanho.

**Palavras-chave:** Microrganismos. Monitoramento. Qualidade do leite.

### **Introdução**

O Brasil se consolidou como um dos cinco maiores produtores mundiais de leite em 2021, conforme apontou o relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação (FAO) (1). Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o agronegócio do leite é gerador de 40% dos serviços no espaço rural. Tal fato demonstra

---

<sup>1</sup>Licenciada em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ubá-MG, Brasil.

<sup>2</sup>Engenheiro químico, Universidade Federa de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil.

<sup>3</sup>Professora doutora, Universidade do Estado de Minas Gerais, Carangola-MG, Brasil.

<sup>4</sup>Professora doutora, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ubá-MG, Brasil.

\*E-mail para a correspondência: ana.pereira@uemg.br.





que esse produto e seus derivados têm ampla influência na economia, especialmente na geração de empregos (2).

O leite de vaca é o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta de animais saudáveis, bem alimentados e descansados. É um alimento nutritivo, cuja composição contém vitaminas, gorduras, carboidratos, proteínas, sais minerais e água. A alta concentração de cálcio é um dos destaques deste produto, sendo fundamental no processo de formação óssea (3).

Quando retirado dos animais, o leite ainda não pasteurizado é denominado leite cru ou natural, caracterizado como impróprio para o consumo. Recomenda-se, antes de sua ingestão, o processo de pasteurização, onde será exposto à alta temperatura, eliminando os microrganismos nocivos à saúde humana, tais como *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus* (4,5,6). A existência e a quantidade de microrganismos são fatores que influenciam diretamente na qualidade do leite e permitem sua classificação conforme os parâmetros nacionais (7,8).

Para que contaminações sejam evitadas, são necessárias a higienização e manutenção da sala de ordenha, dos equipamentos e tanques de refrigeração, de forma a preservar a qualidade do alimento. Para o leite, essa qualidade é avaliada de acordo com os parâmetros de composição química, características físico-químicas, microbiológicas e higiene (9,10).

Os testes usados para determinação da qualidade do produto são específicos e estabelecidos de acordo com as normas de cada país. Porém, de forma geral, os requisitos avaliados são: características físico-químicas e sensoriais como sabor, odor, critérios de baixa contagem de bactérias, pH, inexistência de microrganismos patogênicos, baixa contagem de células somáticas, inexistência de conservantes químicos e de resíduos de antibióticos, pesticidas e outras drogas (4,9,10,11).

Quanto às características sensoriais, o leite cru refrigerado deve apresentar aspecto e cor líquido branco opalescente homogêneo e apresentar-se isento de sabores e odores estranhos. E em relação aos requisitos gerais, deve ter ausência de neutralizantes da acidez, de resíduos de antibióticos e de outros agentes inibidores do crescimento microbiano e reconstituintes de densidade. Já os requisitos físicos e químicos permitem densidade relativa a 15/15°C g/mL com limites de 1,028 a 1,034, acidez titulável, grama ácido láctico/100 mL com limites de 0,14 a 0,18. As exigências microbiológicas de contagem de células somáticas (CCS) são de no máximo  $4,0 \times 10^5$  cél/mL (5,10,11,12).



O objetivo do presente estudo foi avaliar as características físico-químicas e microbiológicas de amostras de leite cru refrigerado da cidade de Guarani, localizada a cerca de 275 quilômetros de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, para revelar a qualidade do leite extraído e consumido no município, onde o envase do produto em garrafas PET ainda é comum.

## **Material e Métodos**

A realização desta pesquisa científica consistiu-se num estudo que selecionou 20 fazendas rurais da cidade de Guarani e região, para coleta de amostras de leite nos tanques de refrigeração e posterior submissão às análises de laboratório, para averiguação das condições físicas, químicas e microbiológicas do leite cru refrigerado, e verificação das prováveis contaminações fora dos padrões de qualidade estabelecidos para o consumo humano. O tipo de ordenha utilizada pelos produtores foi a mecânica.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Qualidade da Água (LANAG) da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Ubá – MG, na Embrapa Gado de Leite da cidade de Juiz de Fora – MG e no Laticínios Rio Pomba – MG, pelo fato destes apresentarem todas as condições necessárias para a realização dessas análises.

Vinte amostras de leite, de diversos produtores, foram coletadas diretamente dos taques de refrigeração, em frascos de polietileno previamente esterilizados. Efetuou-se, antecipadamente, a lavagem desses frascos, sendo tratados em solução de ácido nítrico 10% por 24 h, enxaguados abundantemente com água destilada e com acetona P.A. para secagem ágil, esterilizados em autoclave e mantidos fechados para impossibilitar contaminação. Após a obtenção das amostras, estas foram preservadas em caixa de isopor contendo gelo e conduzidas, consecutivamente ao laboratório, onde foram realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas.

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com os procedimentos padronizados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento na Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Nesta etapa ocorreu a realização das análises de acidez titulável, alizarol, resíduos de antibióticos, depressão do ponto de congelamento (crioscopia), percentual de gordura, pH, densidade, Extrato Seco Total (EST) e Extrato Seco Desengordurado (ESD).



Para as análises microbiológicas, foi utilizada a metodologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, descrita na Instrução Normativa nº. 62 de 26 de agosto de 2003. As amostras do leite foram analisadas de acordo com os procedimentos para a contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis. Neste processo foram realizadas as análises de contagem Bacteriana Total (CBT) e células somáticas (CCS).

## Resultados e Discussão

Das vinte amostras analisadas, quatro indicaram possível adição de água após a ordenha, o que é considerado fraude na composição. Quanto às características físico-químicas das amostras analisadas, os resultados são apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, nas quais as amostras foram rotuladas de A a T.

Tabela 1. Resultados das análises do leite cru refrigerado dos tanques de refrigeração (Amostras A-E). Guarani, Minas Gerais, 2016.

Parâmetros	A	B	C	D	E
Acidez (°D)	16°	15°	15°	18°	24°
Alizarol	-	-	-	-	+
Antibiótico	-	-	-	-	-
Crioscopia (°H)	-0,562	-0,431	-0,436	-0,544	-0,555
Gordura % (m/v)	3,9	2,67	3,41	3,25	3,28
pH	6,5	6,5	6,5	6,59	6,4
Densidade 15°C	1,032	1,016	1,019	1,032	1,029
E.S.T. % (m/v)	12,89	10,2	10,36	12,49	11,75
E.S.D. % (m/v)	9,2	7,53	7,66	9,24	8,47
C.B.T (x1000 UFC/mL)	23	18	354	542	2.125
C. C. S (x1000 CCS/mL)	195	387	298	315	1.129

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: °D: graus Dornic; E.S.T: Extrato Seco Total; E.S.D: Extrato Seco Desengordurado; C.B.T: Contagem de bactérias totais; C. C. S: Contagem de células somáticas; UFC: unidade de formação de colônias

Tabela 2. Resultados das análises do leite cru refrigerado dos tanques de refrigeração (Amostras F-J). Guarani, Minas Gerais, 2016.

Parâmetros	F	G	H	I	J
------------	---	---	---	---	---



<b>Parâmetros</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>
Acidez (°D)	17°	16°	18°	23°	14°
Alizarol	-	-	-	+	-
Antibiótico	-	-	-	-	-
Crioscopia (°H)	-0,547	-0,547	-0,545	-0,463	-0,442
Gordura % (m/v)	3,4	3,37	3	4,3	1,74
pH	6,6	6,5	6,6	6,4	6,4
Densidade 15°C	1,032	1,029	1,031	1,032	1,021
E.S.T. % (m/v)	12,51	11,92	11,72	13,67	8,66
E.S.D. % (m/v)	9,11	8,55	8,72	9,37	6,92
C.B.T (x1000 UFC/mL)	597	24	495	336	135
C. C. S (x1000 CCS/mL)	220	382	171	167	131

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: °D: graus Dornic; E.S.T: Extrato Seco Total; E.S.D: Extrato Seco Desengordurado; C.B.T: Contagem de bactérias totais; C. C. S: Contagem de células somáticas; UFC: unidade de formação de colônias

Tabela 3. Resultados das análises do leite cru refrigerado dos tanques de refrigeração (Amostras K-O). Guarani, Minas Gerais, 2016.

<b>Parâmetros</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>O</b>
Acidez (°D)	18°	16°	22°	30°	22°
Alizarol	-	-	-	+	-
Antibiótico	-	-	-	-	-
Crioscopia (°H)	-0,547	-0,538	-0,553	-0,595	-0,552
Gordura % (m/v)	3,25	3,44	3	2,72	3,29
pH	6,6	6,6	6,4	6,4	6,5
Densidade 15°C	1,032	1,031	1,031	1,022	1,029
E.S.T. % (m/v)	12,54	12,23	11,55	11,5	11,83
E.S.D. % (m/v)	9,29	8,79	8,55	8,5	8,54
C.B.T (x1000 UFC/mL)	506	10	3.712	4.020	3.009
C. C. S (x1000 CCS/mL)	267	94	962	1.006	309

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: °D: graus Dornic; E.S.T: Extrato Seco Total; E.S.D: Extrato Seco Desengordurado; C.B.T: Contagem de bactérias totais; C. C. S: Contagem de células somáticas; UFC: unidade de formação de colônias



Tabela 4. Resultados das análises do leite cru refrigerado dos tanques de refrigeração (Amostras P-T). Guarani, Minas Gerais, 2016.

Parâmetros	P	Q	R	S	T
Acidez (°D)	17°	22°	15°	23°	16°
Alizarol	-	-	-	+	-
Antibiótico	-	-	-	-	-
Crioscopia (°H)	-0,541	-0,575	-0,544	-0,584	-0,545
Gordura % (m/v)	4,19	4,31	3,62	2,5	2,52
pH	6,4	6,5	6,6	6,9	6,5
Densidade 15°C	1,031	1,032	1,031	1,032	1,032
E.S.T. % (m/v)	13,35	13,8	12,69	11,93	11,82
E.S.D. % (m/v)	9,16	9,49	9,07	9,1	8,99
C.B.T (x1000 UFC/mL)	157	1.009	316	1.873	30
C. C. S (x1000 CCS/mL)	107	894	67	399	15

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: °D: graus Dornic; E.S.T: Extrato Seco Total; E.S.D: Extrato Seco Desengordurado; C.B.T: Contagem de bactérias totais; C. C. S: Contagem de células somáticas; UFC: unidade de formação de colônias

O leite cru não possui ácidos, porém apresenta uma acidez que pode ser constatada pela técnica da titulação. Esta acidez é denominada acidez aparente e as substâncias responsáveis pela mesma são fosfatos e citratos (minerais), a caseína e albumina (proteínas) e gás carbônico dissolvido (2).

Observou-se que sete amostras apresentaram valores de acidez acima dos valores padronizados (amostras E, I, M, N, O, Q e S). Segundo Magri (13), essas alterações podem ser devidas às condições higiênicas e a refrigeração inadequada em que o leite é submetido, ocasionando o aumento de ácidos orgânicos, especialmente de ácido láctico, sucedendo na chamada acidez adquirida. Acidez acima de 15 a 18 °D é considerado um leite normal (fresco). Acidez menor que 15 °D é considerada fora dos padrões estabelecidos e pode indicar presença de mastite no gado ou leite fraudado com água.

De acordo com as análises realizadas, as amostras E, I, N e S deram positivo para o teste do alizarol e as demais apresentaram resultados negativos para o álcool. Em todas as amostras analisadas, o teste de detecção de antibióticos deu negativo, indicando não haver riscos para a saúde pública, riscos tecnológicos para a indústria de laticínios e riscos





comerciais. A principal causa de acúmulo de resíduos de antibióticos em leite é o manejo inadequado de drogas, no controle de mastites (14).

A crioscopia é a medida do abaixamento do ponto de congelamento do leite em relação ao da água. O ponto de congelamento máximo do leite aceito pela legislação brasileira é  $-0,512\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $0,530\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Como esta é uma das características físicas mais constantes do leite, é usada para detectar adulteração com água. Quando se adiciona água ao leite, o ponto de congelamento aumenta em direção ao ponto de congelamento da água ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). A amostra N (Tabela 3) apresentou um índice crioscópico muito baixo ( $-0,595^{\circ}\text{C}$ ). O motivo para tal alteração pode ter sido a adição de soluto no leite no intuito de mascarar a adulteração por água.

Outro parâmetro importante para detectar fraude é a análise do teor de gordura do leite, que deve possuir em média 3,5% de gordura. Observou-se que as amostras B, J, N, S e T foram as que apresentaram menor teor de gordura, variando de 1,7 a 2,7%. A amostra N, que também indicou suposta fraude por adição de soluto, apresentou 2,7% de gordura, corroborando para a possível adição de água. As demais amostras encontraram-se dentro do padrão previamente estabelecido. É importante salientar que a presença de água não é a única interferente no teor de gordura do leite. Mudanças na dieta do animal também podem alterar a síntese de gorduras pela glândula mamária (15). Neste estudo, não foram consideradas as influências causadas pela alimentação.

O pH do leite fresco apresenta reação ligeiramente ácida, variando entre 6,6 e 6,8. Como as amostras apresentaram uma variação entre 6,4 e 6,7, todas as 20 amostras estavam dentro do padrão de pH recomendado.

A densidade do leite é normalmente medida a  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ou corrigida para essa temperatura. Corresponde, em média, a  $1,032\text{ g/mL}$ , podendo variar entre  $1,023$  e  $1,040\text{ g/mL}$ . A densidade abaixo do nível serve para identificar fraude no leite (adição de água), problemas nutricionais ou ainda problemas na saúde do animal. Os resultados obtidos apontam a presença de água nas amostras B, C, J e N, com densidades entre  $1,016$  e  $1,022\text{ g/mL}$ . As outras amostras tiveram densidade entre  $1,029$  e  $1,032\text{ g/mL}$ .

O extrato seco total (EST) é representado pela gordura, açúcar, proteínas e sais minerais. As amostras B, C e J, que indicaram adição de água, apresentaram valor de EST abaixo do normal, entre 8,66% e 10,36%, sendo o padrão de 11,5% registrado na norma. Os restantes das amostras estavam de acordo com a regulamentação, apresentando valores entre 11,72% e 13,8%. Já o extrato seco desengordurado (ESD) compreende todos os



componentes, menos a gordura. O valor aceitável do ESD é de no mínimo 8,5% e as amostras anteriormente relatadas também apresentaram valores abaixo do normal, entre 6,92% e 7,66%. As demais amostras variaram de 8,47% a 9,49%.

Os requisitos estabelecidos para análises microbiológicas são de no máximo 600.000 UFC/mL para CBT (Contagem de Bactérias Totais) e 400.000 UFC/mL para CCS (Contagem de Células Somáticas). A CBT é utilizada para a avaliação da qualidade microbiológica do leite (6). De acordo com os resultados, as amostras E, M, N, O, Q e S mostraram CBT fora do padrão, apresentando contagens maiores que 600.000 UFC/mL. As demais amostras apresentaram valores dentro do proposto pela Instrução Normativa nº 62.

A CCS está diretamente relacionada à saúde da glândula mamária do gado. Quando detectada infecção ou alguma inflamação intramamária, o número de CCS se eleva. Esta elevação é resultado da migração dos glóbulos brancos do sangue para as glândulas mamárias com o objetivo de protegê-las das bactérias (10). Outros fatores como idade da vaca, período de lactação e época do ano podem promover alterações na CCS. Segundo os resultados, apenas as amostras E, M, N e Q apresentaram CCS elevada com valores acima de 400.000 CCS/mL. As demais amostras corresponderam a valores que estavam dentro do limite estabelecido.

## **Conclusão**

Diante dos resultados, foi possível observar que das 20 amostras analisadas, apenas 4 apresentaram alterações em quase todas as análises, fato que aponta para possíveis problemas na manipulação do leite, seja através da adição de água e/ou falta de higiene durante a ordenha e envase do produto.

Apesar de termos encontrado amostras impróprias para o consumo, a maioria foi aprovada no teste de qualidade conforme Instrução Normativa N° 51. Os produtores rurais devem adotar estratégias mais intensas em épocas chuvosas, a fim de não prejudicarem a qualidade do seu produto, pois a elevação da umidade, devido ao índice de chuvas, aumenta os riscos de contaminações, sendo necessário cuidados redobrados com a higiene e o manejo da ordenha, visando manter a qualidade do leite.

## **Referências Bibliográficas**



1. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nation. Emerging trends and outlook Highlights. 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/cb7982en/cb7982en.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2022.
2. Embrapa Gado de Leite. Anuário do Leite 2019: novos produtos e novas estratégias da cadeia do leite para ganhar competitividade e conquistar os clientes finais. Anu Leite. 2019;(35 art):104.
3. BRITO, M. A. *et al.* Composição. Agência de Informação Embrapa: Agronegócio do Leite. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_128\\_21720039243.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_128_21720039243.html)>. Acesso em: 2 mai. 2022.
4. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Disponível em: <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-51-de-18-09-2002,654.html>>. Acesso em: 2 mai. 2022.
5. BRUM, J. V. F. **Análise de perigos e pontos críticos de controle em indústria de laticínios de Curitiba – PR.** 129 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
6. GUERREIRO, P. K. *et al.* Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciências Agrotécnicas.** Lavras – MG, v. 29, n.1. p. 216-222, jan./fev. 2005.
7. BRITO, M. A. *et al.* Perigos Biológicos. Agência de Informação Embrapa: Agronegócio do Leite. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_212\\_21720039247.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_212_21720039247.html)>. Acesso em: 2 mai. 2022.
8. CORTEZ, M. A. S. **Qualidade do leite:** boas práticas agropecuárias e ordenha higiênica. Edição 1. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 2008.
9. ZAFALON, L. F. *et al.* Boas práticas de ordenha. **Revista Embrapa Pecuária Sudeste,** n. 1, 50 p., 2008. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/228631/>>. Acesso em: 2 mai. 2022.
10. VIDAL, A. M. C.; NETTO, A. S. Obtenção e processamento do leite e derivados. Edição 1. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo. 220 p. 2018.



11. LANGONI, H. *et al.* Aspectos microbiológicos e de qualidade do leite bovino. Revista Pesquisa Veterinária Brasileira. v. 31. n. 12. p. 1059-1065. 2011. Disponível em: <  
<https://www.scielo.br/j/pvb/a/WBGK65gdTzpdrtLSCk3TY9M/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 2. mai. 2022.
12. PAULA, M. C. *et al.* Contagem de Células Somáticas em Amostras de Leite. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 33. n. 5. p. 1303-1308. 2004. Disponível em: <  
<https://www.scielo.br/j/rbz/a/qGk4m6CS5PzjjcMsWpkSZ8F/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 2 mai. 2022.
13. MAGRI, L. P. **Quantificação de acidez titulável e pH utilizando técnica potenciométrica como indicador de qualidade do leite bovino.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de fora. Juiz de fora, 2015.
14. NERO, L. A. *et al.* Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 27. n. 2. p. 191-393. abr./jun. 2007. Disponível em: <  
<https://www.scielo.br/j/cta/a/4WpVtNfH45PYR8G48TVJsVC/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 2 mai. 2022.
15. MÜHLBACH, P. R. F. *et al.* Aspectos nutricionais que interferem na qualidade do leite. In: Encontro Anual da UFRGS sobre Nutrição de Ruminantes, 2000, Porto Alegre – RS. **Anais do Encontro Anual da UFRGS sobre Nutrição de Ruminantes: Novos desafios para a produção leiteira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS, 2000, p.73-102.

# Avaliação antimicrobiana e anti- *quorum sensing* de extratos brutos obtidos da semente e polpa de macaúba

\*Michele Cristina Vieira <sup>1</sup>, Luciana Rodrigues da Cunha <sup>2</sup>

**Resumo:** A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex Mart) é uma palmeira típica do cerrado brasileiro encontrada em grande parte do território nacional. A macaúba possui potencial de ação antimicrobiana devido à presença de compostos bioativos como os carotenóides e compostos fenólicos. Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar a atividade antimicrobiana e anti-*quorum sensing* de extratos brutos obtidos de semente e polpa de macaúba. Os extratos foram obtidos por meio de extração com solventes específicos. Posteriormente, foram rotaevaporados e utilizados nas concentrações de 50%, 25% e 0% para determinação da concentração inibitória mínima e na avaliação da capacidade antimicrobiana por meio do potencial de inibição. Para avaliação da inibição do fenótipo motilidade regulado pelo sistema *quorum sensing* foram usadas concentrações sub-letais. Os extratos obtidos da polpa e da semente apresentaram concentração inibitória mínima maior que 50% e baixa atividade antimicrobiana em todas as concentrações avaliadas. *S. aureus* e *L. monocytogenes* foram os microrganismos mais sensíveis, apresentando redução de 1,47 e 1,42 ciclos logarítmicos respectivamente. A inibição do fenótipo motilidade regulado pelo *quorum sensing* foi observada para o extrato da polpa nas concentrações de 50% e 25%. Os resultados sugerem que os extratos de polpa e semente macaúba possuem potencial para inibição de fenótipos regulados pelo sistema *quorum sensing*, como a motilidade trazendo perspectivas de aplicação no controle microbiano e ampliando os estudos com esta fonte.

**Palavras-chave:** *Acrocomia aculeata*. Inibição. *Quorum sensing*.

## Introdução

A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex Mart) é uma palmeira típica do cerrado brasileiro (1); (2). Para a alimentação humana, a macaúba pode contribuir nas formulações alimentares devido à presença de compostos bioativos como os carotenóides e compostos fenólicos. Além disso, a polpa de macaúba possui composição química importante, sendo classificada como fonte de cobre, zinco e potássio e fibras, além de fornecer quantidades significativas de lipídios e proteínas (3); (4); (5).

Os compostos bioativos são substâncias, não nutrientes, que exercem efeitos fisiológicos ou ação metabólica específica. São derivados de metabólitos secundários de plantas relacionados aos seus sistemas de defesa a fatores adversos. (6); (7); (8); (9). Os compostos bioativos estão

---

<sup>1</sup> Graduanda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Alimentos, Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto.

<sup>2</sup> Docente do Departamento de Alimentos, Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto.

\*E-mail para a correspondência: michelecristinav@yahoo.com.br



intimamente relacionados com redução de várias doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e na conservação de alimentos devido principalmente à atividade antioxidante (10). Antioxidantes são compostos que atuam inibindo e/ou diminuindo os efeitos desencadeados pelos radicais livres ou das espécies reativas não radicais. São substâncias que inibem ou retardam os efeitos da oxidação, podendo também exercer atividade antimicrobiana (11); (12); (13).

Muitas bactérias apresentam um sistema de comunicação entre células, permitindo que uma dada espécie possa integrar e processar informações do seu ambiente, ativando ou reprimindo a expressão gênica por meio de sua densidade populacional. Esse sistema de comunicação foi denominado de *quorum sensing* (14). Essa comunicação pode ocorrer entre seres da mesma espécie ou não e ocorre por meio do acúmulo, no meio, de moléculas sinalizadoras. Ao atingirem um limiar basal, estas são detectadas por receptores específicos e o sistema ativado. Os fenótipos regulados pelo *quorum sensing* envolvem motilidade, formação de biofilme, resistência a antibióticos, melhora na absorção de nutrientes, bioluminescência, produção de pigmentos, funções de virulência e deterioração de alimentos. A interferência nesse sistema de comunicação pode impedir que as células expressem fenótipos como a motilidade, por exemplo. Os inibidores do sistema *quorum sensing* agem na produção de moléculas sinalizadoras, na sua inativação ou interferindo na ligação de seus respectivos receptores (15).

Diante disso, o presente estudo avaliou os potenciais antimicrobiano e anti *quorum sensing* da polpa e semente de macaúba visto que informações sobre esta matéria-prima são escassas e pode ter grande potencial de aplicação no controle microbiano.

## **Material e Métodos**

Os frutos da macaúba foram obtidos no Mercado Central em Belo Horizonte, Minas Gerais. Após a lavagem e seleção, foram sanitizados com solução clorada de 200 ppm por 20 minutos (16). Em seguida, os mesmos foram secos e descascados. As polpas e as sementes foram extraídas manualmente, pesadas, embaladas em sacos de polietileno e armazenadas em -18° C até o momento da utilização.

### **Preparo dos extratos brutos e quantificação**

Os extratos brutos das amostras foram obtidos segundo metodologia descrita por Bertoldi (17), com adaptações. As amostras foram descongeladas, trituradas e homogeneizadas com solução de etanol: metanol: acetona 1:1:1 (v/v/v), respectivamente. A mistura foi filtrada a vácuo em papel Whatman n. 1 e os solventes foram completamente evaporados em rota- vapor a 40° C (Büchi,

Switzerland), obtendo-se assim os extratos brutos de polpa e semente de macaúba. Os extratos obtidos foram armazenados em vidro âmbar para proteção contra a luz e congelados em freezer a -20° C.

### **Atividade Antimicrobiana**

A atividade antimicrobiana (Potencial de Inibição) e a Concentração Mínima Inibitória (CIM) dos extratos utilizados foi avaliada em meio líquido frente às bactérias *Escherichia coli* ATCC10536 (*E.coli*), *Pseudomonas aeruginosa* ATCC15442 (*P. aeruginosa*), *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* ATCC6538P (*S. aureus*), *Listeria monocytogenes* ATCC7644 (*L. monocytogenes*).

O Potencial de Inibição (PI) dos extratos foi realizado segundo metodologia proposta por Alvarez et al. (18), com modificações. Volumes de 400 µL de caldo *Luria-Bertani* (LB) contendo diferentes concentrações de extrato bruto de polpa e semente de macaúba (50%, 25 % e 0 %) foram adicionados nos *ependorfs*. Posteriormente, cada *ependorfs* foi inoculado com 4 µL do micro-organismo teste, crescidos em caldo LB *overnight* na concentração de 10<sup>5</sup> UFC/mL. Procedeu-se incubação na temperatura ótima de crescimento de cada micro-organismo por 24 horas. Posteriormente, foi realizada diluição seriada das amostras e plaqueamento (superfície) em ágar LB. As placas foram incubadas nas mesmas condições descritas acima e realizada a contagem das unidades formadoras de colônias. Os resultados relativos foram expressos por meio do Potencial de Inibição (PI), calculado de acordo com a fórmula descrita abaixo.

$$\% \text{ PI} = \text{Log} (\text{No}/\text{N})$$

Onde:

PI= Potencial de Inibição, No = Contagem do Controle, N = Contagem do teste. O PI igual a 1 indica inibição de 10 vezes, devido a escala logarítmica.

A CIM foi avaliada segundo metodologia proposta por Wiegand et al. (19), com algumas modificações. Volumes de 300 µL de caldo LB contendo diferentes concentrações de extrato bruto de polpa e semente de macaúba (50 %, 25%, e 0 %) foram adicionados nos *ependorfs*. Posteriormente, cada *ependorfs* foi inoculado com 10<sup>5</sup> UFC/mL do microrganismo teste, crescidos em caldo LB *overnight*. Os *ependorfs* foram incubados de acordo com a temperatura ótima de crescimento de cada microrganismo por 24 horas. As análises foram realizadas em triplicata e foi considerada a CIM como a menor concentração de extrato em que não houvesse crescimento bacteriano. A confirmação do crescimento ou não dos micro-organismos foi realizada

por meio de plaqueamento (superfície) em ágar LB e as placas incubadas sob as mesmas condições anteriormente descritas.

A inibição da atividade *quorum sensing*, por meio dos extratos brutos da polpa e semente de macaúba, foi avaliada frente às cepas bacterianas, *Aeromonas hydrophyla* IOC/FDA 110-36 (*A. hydrophyla*) e *Serratia marcescens* (*S. marcescens*) em concentrações sub-cim realizadas conforme descrito anteriormente utilizando-se caldo LB como meio de cultivo. O teste de Motilidade tipo Swarming foi realizado conforme descrito por Packiavathy et al. (20), com modificações. Em um volume de 3 mL de ágar semi-sólido LB 0,5 % (p/v) foi adicionado o extrato em concentrações sub-cim: 50% e 25%. Posteriormente, os tubos foram homogeneizados, em agitador de tubos, e vertidos em placas de Petri, previamente esterilizadas, e mantidas em repouso. Após 10 minutos, foi inoculado 2 µL do micro-organismo na região central do ágar. As placas foram incubadas conforme temperatura ótima de crescimento do micro-organismo. No controle foi utilizado o ágar LB semi-sólido sem adição de extrato. Os resultados de inibição da motilidade foram analisados comparando a movimentação do micro-organismo com o controle.

## Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra o PI dos extratos brutos de polpa e semente de Macaúba sobre os microrganismos estudados.

**TABELA 1: PI DOS EXTRATOS BRUTOS DE POLPA E SEMENTE DE MACAÚBA FRENTE AOS MICRO-ORGANISMOS ESTUDADOS.**

Micro-organismo	Polpa		Semente	
	Concentração do extrato bruto (%)	PI (ciclos logarítmicos)	Concentração do extrato bruto (%)	PI (ciclos logarítmicos)
<i>Escherichia coli</i>	50%	0,02±0,001	50%	0,10±0,02
	25%	0,04±0,001	25%	0,10±0,03
<i>Listeria monocytogenes</i>	50%	1,45±0,02	50%	0,22±0,04
	25%	0,40±0,03	25%	0,13±0,02
<i>Salmonella spp.</i>	50%	1,02±0,05	50%	0,04±0,01
	25%	0,16±0,03	25%	0,01±0,01
<i>Staphylococcus aureus</i>	50%	1,47±0,06	50%	0,40±0,07
	25%	0,20±0,01	25%	0,10±0,02

<i>Pseudomonas</i>	50%	0,36±0,03	50%	0,11±0,01
<i>auruginosa</i>	25%	0,42±0,03	25%	0,03±0,001

Fonte: Dos autores (2018).

Valores expressos como média ± desvio padrão.

Observa-se baixo PI dos extratos brutos de macaúba. O melhor resultado encontrado foi para o extrato bruto da polpa de macaúba na concentração de 50% frente a *S. aureus*, *L. monocytogenes* e *Salmonella spp.* que apresentaram reduções de 1,47 , 1,45 e 1,02 ciclos logarítmicos respectivamente, na população bacteriana analisada. Para os extratos da semente de macaúba, o PI foi ainda menor, alcançando o maior valor para *S. aureus* (0,40) na concentração de 50%. *E. coli* demonstrou maior resistência frente aos extratos analisados, para todas as concentrações. Resultado semelhante foi observado para *P.aeruginosa*. Dentre os microrganismos avaliados, *S. aureus* foi o mais sensível aos extratos de polpa e semente de macaúba na concentração de 50%. Não há relatos na literatura sobre potencial de inibição de extratos brutos de macaúba em relação aos microrganismos avaliados neste estudo, o que dificulta a comparação dos resultados.

O maior PI da polpa em relação à semente pode estar relacionado aos teores de compostos fenólicos e outras moléculas bioativas. Segundo Xu et al.(21) os compostos fenólicos, devido à sua natureza parcialmente hidrofóbica, conseguem interagir de forma mais efetiva com as membranas citoplasmáticas bacterianas e interfaces lipo-polissacarídicas, diminuindo assim a estabilidade da membrana, causando o extravasamento do conteúdo celular, interferência no transporte de nutrientes e/ou enzimas, justificando assim, seu maior efeito antimicrobiano sobre as estirpes avaliadas.

A Tabela 2 mostra a CIM dos extratos brutos de semente e polpa de macaúba frente aos microrganismos avaliados.

**TABELA 2: CIM DOS EXTRATOS BRUTOS DE POLPA E SEMENTE DE MACAÚBA FRENTE AOS MICRO-ORGANISMOS AVALIADOS**

Micro-organismo	CIM (% diluição do extrato)	
	Polpa	Semente
<i>Escherichia coli</i>	>50%	>50%
<i>Listeria monocytogenes</i>	>50%	>50%
<i>Pseudomonas auruginosa</i>	>50%	>50%
<i>Salmonella spp.</i>	>50%	>50%
<i>Staphylococcus aureus</i>	>50%	>50%

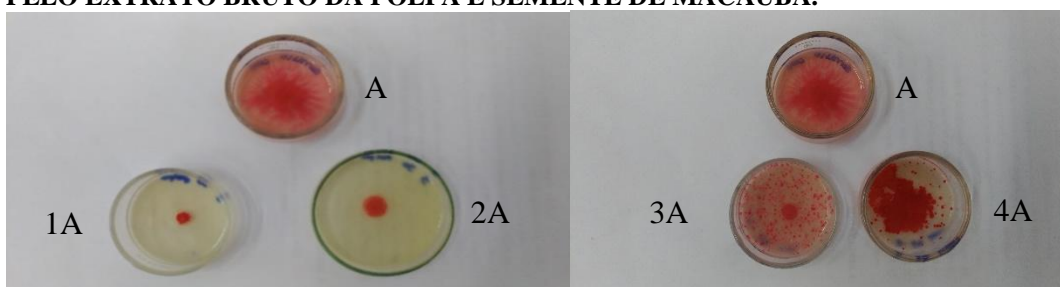
Fonte: Dos autores (2018).

Na Tabela 2 pode-se observar que não houve diferença nos valores de CIM para os extratos da polpa e da semente de macaúba. A CIM de ambos os extratos foi maior que 50% para todos os microrganismos avaliados. A diluição em ágar e em caldo são as técnicas mais utilizadas para determinar a CIM de agentes antimicrobianos, incluindo antibióticos e outras substâncias. A CIM corresponde à menor concentração do composto antimicrobiano capaz de inibir o crescimento de um micro-organismo em condições definidas (19).

Não há relatos na literatura acerca da CIM de extratos de macaúba. Simonetti et al. (22) encontraram valores de CIM de 2500 µg/mL e 5000 µg/mL para extratos etanólicos de *Eugenia anomala* e *Psidium salutare* respectivamente para *E. coli* e *Listeria monocytogenes*. Bag et al. (23) também estudando o potencial antimicrobiano de sementes de jamelão, utilizando diferentes métodos de extração, encontrou resultados positivos para os microrganismos estudados, entre eles *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*.

A atividade anti *quorum sensing* para motilidade tipo *swarming* foi testado com *A. hydrophyla* e *S. marcescens* em decorrência da presença de flagelo rotativo nesses microrganismos que conferem este tipo de movimento. (24); (25). As Figuras 1 e 2 mostram o efeito da inibição dos extratos da polpa e semente de macaúba na motilidade do tipo *swarming* nos microrganismos testados. As concentrações dos extratos brutos de polpa e semente utilizados foram sub-letais (sub-cim): 50% e 25%.

**FIGURA 1- INIBIÇÃO DA MOTILIDADE TIPO SWARMING DA BACTÉRIA *Serratia marcescens* PELO EXTRATO BRUTO DA POLPA E SEMENTE DE MACAÚBA.**

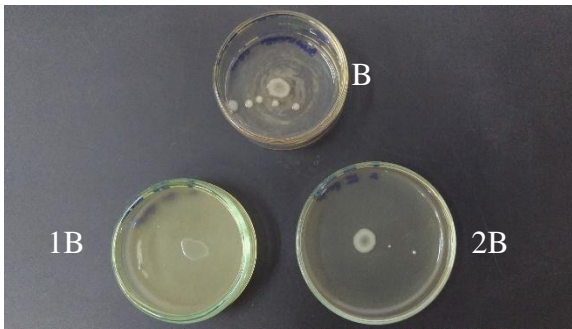


Fontes: Dos autores (2018).

Legenda: A = Controle; 1A = Extrato bruto de polpa 50%; 2A = Extrato bruto polpa 25%; 3A = Extrato bruto de semente 50%; 4A = Extrato bruto semente 25%.

**FIGURA 2: INIBIÇÃO DA MOTILIDADE TIPO SWARMING DA BACTÉRIA *Aeromonas hydrophyla* PELO EXTRATO BRUTO DA POLPA DE MACAÚBA.**





Fonte: Dos autores (2018).

Legenda: B = Controle; 1B = Extrato bruto de polpa 50%; 2B = Extrato bruto polpa 25%.

Na Figura 1, o crescimento do Controle (A) apresentou característica de motilidade, tendo seu crescimento por toda superfície da placa a partir do centro de inoculação. Quando observamos o crescimento no meio contendo adição dos extratos de polpa de macaúba a 50% (1A) e 25% (2A) observa-se que a motilidade da *S. marcencens* foi inibida. A adição dos extratos de semente de macaúba na concentração de 50% e 25% não mostraram inibição da motilidade, como pode ser observado nas figuras 3A e 4A, respectivamente. Entretanto, pôde-se notar uma alteração no padrão da motilidade quando comparado ao Controle A.

Na Figura 2, observa-se a pequena inibição do fenótipo motilidade do micro-organismo *A. hydrophyla* pelo extrato bruto de polpa de macaúba na concentração de 50% apenas. Não houve inibição pelo extrato bruto de semente de macaúba para *A. hydrophyla* para nenhuma das concentrações estudadas.

Não há relatos na literatura sobre a inibição da motilidade de micro-organismos frente aos extratos de polpa e semente de macaúba. Entretanto, Oliveira et al. (25) trabalhando com extratos fenólicos de morango silvestre (*Rubus rosaefolius*) obteve resultados positivos para inibição da motilidade sobre os micro-organismos *S. marcencens* e *A. hydrophyla*, utilizando a mesma metodologia.

A motilidade fornece uma vantagem de sobrevivência sob uma grande variedade de ambientes permitindo que as bactérias possam competir com outros microrganismos frente a condições favoráveis e desfavoráveis (26). O estudo dos sistemas de *quorum sensing* além de detalhar os fundamentos envolvidos nos mecanismos de parasitismo e simbiose dos microrganismos vem permitindo a descoberta de meios inovadores para o controle de infecções em plantas e animais. Além disso, mediante o envolvimento na expressão da virulência de patógenos, o controle deste mecanismo tornou-se um alvo atraente e promissor para o desenvolvimento de novas terapias antimicrobianas (27).

## Conclusão

Os extratos brutos de polpa e semente de Macaúba apresentaram pequena ação antimicrobiana frente às cepas estudadas de *Escherichia coli* ATCC10536, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC15442, *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus* ATCC6538P e *Listeria monocytogenes* ATCC7644 sendo *S. aureus* o microrganismo mais sensível ao extrato da polpa e semente.

O extrato bruto da polpa apresentou melhor resultado na inibição do fenótipo de motilidade frente a *S. marcescens* e *A. hydrophyla*. O extrato da semente não demonstrou eficiência frente à motilidade dos microrganismos avaliados.

Esse estudo contribuiu para avaliar o potencial antimicrobiano do extrato de polpa e semente de macaúba. Além disso, ambos os extratos demonstraram potencial para inibição de fenótipos regulados pelo sistema *quorum sensing*, como a motilidade. Desta forma, o presente estudo trouxe novas perspectivas de controle microbiano através da inibição do sistema *quorum sensing* e ampliação dos estudos relacionados à macaúba.

## Referências Bibliográficas

1. SILVA, J. C. **Macaúba: fonte de matéria-prima para os setores alimentício, energético e industrial**. Viçosa: Departamento de Engenharia Florestal, UFV, 2007. 63 p
2. CICOCINI, G. **Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e Pantanal do estado de Mato Grosso do Sul**. 2012. 127p. Dissertação (Mestre em Biotecnologia) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Brasil. 2012.
3. RAMOS, M. I. L. et al. A Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, supl., p. 90-94, 2008.
4. SIQUEIRA, P. B. **Caracterização bioquímica e compostos bioativos de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.)**. 2012. 148 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
5. FERREIRA, A. N. et al. Utilização do extrato de macaúba (*Acrocomia aculeata*) como um alimento funcional do tipo “shake”. **Revista Interbio**, Dourados, v. 7, n. 1, p. 61-71, 2013.
6. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 2, de 7 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde. Disponível em <[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0002\\_07\\_01\\_2002.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0002_07_01_2002.html)>. Acesso em: 18 mai. 2022.

7. LIU, R. H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. **Journal of Nutrition**, v. 134 n. 12, p. 3479-3485, 2004.
8. HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. In: COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes. São Paulo: Manole, 2007. p. 697-731.
9. HO, C.; RAFI, M. M.; GHAI, G. Substâncias biotivas: nutracêuticas e tóxicas In: DAMADARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 585-588
10. PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LWT-Food Sci. Technol**, v. 40, p. 1-11, 2007
11. SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.
12. LOGUERCIO, A. P. Atividade antibacteriana de extrato hidro-alcoólico de folhas de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skells). **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 371-376, mar./abr. 2005.
13. LIMA, L. A. et al. Correlation of anti-inflammatory activity with phenolic content in the leaves of *Syzygium cumini* (L.) Skeels (myrtaceae). **Química Nova**, v.30, N. 4, p. 860- 864, mai. 2007.
14. FUQUA, W. C. et al. Quorum sensing in bactéria: the LuxR-LuxI family of cell density-responsive transcriptional regulators. **Journal of Bacteriology**, v.176, p. 269-275, 1994.
15. RODRIGUES, A. C. **Atividade anti-quorum sensing de extratos de grumixama (*eugenia brasiliensis*) e pitanga (*eugenia uniflora* L.)**. 2015 77 p. Tese (Mestre em Saúde e Nutrição) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.
16. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216 de 12 de novembro de 2004. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões de Boas Práticas de para Serviços de Alimentação. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216\\_15\\_09\\_2004.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216_15_09_2004.html) Acesso em: 18 mai. 2022.
17. BERTOLDI, M. C. **Antioxidant capacity, anticancer effects and absorption of mango (*Mangifera Indica* L.) polyphenols in vitro**. 2009 148 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
18. ALVAREZ, M. et al. Antiquorum sensing and antimicrobial activity of natural agents with potential use in food. **Journal of Food Safety**, v. 32, p. 379-387, 2012.

19. WIEGAND, I. et al. Agar and broth dilution methods to determine the minimal inhibitory concentration (MIC) of antimicrobial substance. **Nature Protocols**, vol. 3, p. 163–175, 2008.
20. PACKIAVATHY, I. A. S. V. et al. Inhibition of biofilm development of uropathogens by curcumin – An anti-quorum sensing agent from *Curcuma longa*. **Food Chemistry**, v. 148, p. 453–460, 2014
21. XU, C. et al. Antioxidant, antibacterial, and antibiofilm properties of polyphenols from Muscadine grape (*Vitis rotundifolia* Michx.) pomace against selected foodborne pathogens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 28, 2014.
22. SIMONETTI et al. Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos de *Eugenia anomala* e *Psidium salutare* (Myrtaceae) frente à *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.18, n.1, p.9-18, 2016.
23. BAG, A. et al. In vitro antibacterial potential of *Eugenia jambolana* seed extracts against multidrug resistant human bacterial pathogens. **Microbiological Research**, v.167, n. 6, p. 352-357, 2012.
24. SANTOS, G. L. P. **Mecanismos de motilidade bacteriana**. 2011, 23p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2011.
25. OLIVEIRA, B. Á. et al. Antioxidant, antimicrobial and anti-quorum sensing activities of *Rubus rosaefolius* phenolic extract. **Industrial Crops and Products**, vol. 84, p. 59–66, 2016.
26. HARSHEY, R. M.; Bacterial motility on a surface: many ways to a common goal. **Annual Review Microbiology**, vol. 57, p. 249–273, 2003.
27. RUMJANEK, N.; FONSECA, M. C. C.; XAVIER, G.R. Quorum sensing em sistemas agrícolas. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 33, p. 34-49, 2004.



## **Avaliação das características físico-químicas da amêndoa da castanha-de-caju**

**Schirlyayne de Sousa Lima da Silva<sup>1\*</sup>; Thainá Geovanna Santana e Gomes de Souza<sup>2</sup>;  
Sara Maria Nunes Schons<sup>2</sup>; Caroline Roberta Freitas Pires<sup>3</sup>; Maria Teresa do Rêgo  
Lopes<sup>4</sup>; Suzane Pereira Carvalho<sup>5</sup>.**

**Resumo:** A amêndoa da castanha-de-caju (ACC), é um alimento nutritivo e funcional, comumente utilizada como ingrediente em segmentos alimentícios como panificação e confeitaria. A qualidade nutricional, sensorial e de estabilidade da ACC, irá depender diretamente de fatores como a composição físico-química, o processamento bem como o seu armazenamento adequado. Com isso, objetivou-se com o trabalho, avaliar a amêndoa da castanha-de-caju quanto às suas características físico-químicas. As amostras de castanha-de-caju foram adquiridas no município de Teresina, Piauí, em seguida, realizou-se as análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteína, fibra bruta e carboidratos por diferença) e físico-química (pH e acidez em g de ácido oleico). Quanto aos resultados, para umidade, obteve-se um valor médio de 3,35%, condizendo com a legislação que estabelece para ACC, a umidade máxima de 5%. A média para cinzas foi de 1,53%. O teor de minerais na oleaginosa irá variar de acordo com fatores como, solo, clima e variabilidade genética. O resultado de carboidratos na amostra analisada foi de 22,09%. A amêndoa da castanha-de-caju possui em torno de 22% de carboidrato, sendo considerada uma boa fonte energética. Os teores médios observados para lipídios (41,46%), proteínas (29,5%) e fibra bruta (4,8%), demonstram o alto potencial nutritivo que a ACC pode fornecer para a alimentação. Quanto aos parâmetros de pH e acidez, os dados médios apresentados na amostra foram de 6,45% e 0,32 g ácido oleico em 100 g, respectivamente. A oxidação lipídica em castanha-de-caju, é um fator que pode alterar sua qualidade sensorial e segurança alimentar. A amostra de ACC apresentou valores nutricionais significativos para lipídios e proteínas, o que é uma característica comumente encontrada em sementes oleaginosas. Como matéria-prima, a aplicação da ACC como ingrediente na área alimentícia, bem como na dieta humana, além de conferir sabor, possibilita a potencialização das propriedades funcionais e nutricionais benéficas ao organismo.

**Palavras-chave:** Alimento proteico. *Anacardium occidentale* L. Composição centesimal.

<sup>1</sup>Acadêmica de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins.

<sup>2</sup>Acadêmica de Graduação em Nutrição, Universidade Federal do Tocantins.

<sup>3</sup>Docente, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins.

<sup>4</sup>Pesquisadora Embrapa Meio-Norte.

<sup>5</sup>Tecnóloga em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Piauí.

E-mail para a correspondência: schirlyayne@gmail.com





## Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta frutífera de clima tropical. De origem das regiões Norte e Nordeste do Brasil, essa espécie vegetal pode ser encontrada também em outros países como Índia, África do Sul, Nigéria e Vietnã. Seu fruto o caju, é formado por um fruto verdadeiro, a castanha e um pseudofruto, denominado de pedúnculo representado pela parte mais polposa, estes, além de fontes alimentares ricas em nutrientes, contribuem para o desenvolvimento econômico e regional (1, 2).

De acordo com a Embrapa Agroindustrial Tropical, é a partir do fruto da castanha que se obtém a amêndoa da castanha-de-caju (ACC), produto bastante comercializado e aceito pelos consumidores em todo o mundo em virtude de suas características sensoriais, como sabor suave e agradável (3).

Como alimento, a ACC é uma abundante fonte de nutrientes essenciais à dieta humana, sendo constituída predominantemente de lipídeos (36 - 45%) como os ácidos graxos mono e poli-insaturados, proteínas (22 - 25%), carboidratos (~ 23%) e vitaminas, como  $\beta$ -caroteno, luteína, zeaxantina, tiamina e tocoferóis (4, 5, 6, 2).

Quanto aos componentes bioativos, a oleaginosa contém a presença de substâncias como as catequinas e epicatequinas, polifenóis capazes de desempenhar propriedades antioxidantes, antimutagênica, anti-inflamatórias, antivirais, antibacterianas (4, 2) importantes para o bom funcionamento do organismo.

É notório que as características nutricionais e sensoriais da ACC são um dos principais atrativos para o seu consumo e aplicabilidade na área de alimentos. Dentre as inúmeras utilizações da castanha-de-caju, pode-se mencionar a sua adição como ingrediente em formulações de segmentos de confeitaria, panificação, sorveterias e indústrias de chocolate (7).

Entretanto, vale ressaltar, que fatores como a composição físico-química, o processamento e o armazenamento adequados, serão parâmetros fundamentais para que a amêndoa da castanha-de-caju apresente propriedades nutricional, sensorial, de estabilidade e de qualidade por mais tempo (6).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar as características físico-químicas da amêndoa de castanha-de-caju.



## **Material e Métodos**

### **Aquisição de matéria-Prima**

As amêndoas de castanha-de-caju foram adquiridas em um mercado popular localizado na região central do município de Teresina, Piauí, respeitando os critérios higiênicos-sanitários e de qualidade. Em seguida o material foi encaminhado ao Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí.

### **Obtenção da farinha**

Para o preparo da farinha de castanha-de-caju, utilizou-se um liquidificador da marca Mondial em modo pulsar, de forma descontínua, até obter-se um material de aspecto granulométrico farináceo e homogêneo. Esta, então, foi acondicionada em embalagem plástica de polietileno laminada e armazenada sob temperatura de refrigeração (4 - 10 °C), até o momento das análises de composição centesimal e físico-química.

### **Caracterização das matérias-primas**

A amostra de ACC foi caracterizada quanto a composição centesimal e físico-química de acordo com os procedimentos metodológicos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (8). A análise de umidade foi realizada por secagem em estufa a 105 °C, cinzas, por meio da incineração e calcinação da amostra em forno mufla a 550 °C, lipídios, por extração direta com utilização de reagente hexano em aparelho de Soxhlet, proteína, baseando-se no método de micro-Kjeldahl (Nitrogênio x 6,25), fibra bruta, por digestão ácida e básica e filtragem das amostras contidas em bolsa de tecido TNT, carboidratos por diferença, pH, utilizando-se aparelho pHmetro de bancada previamente calibrado e acidez titulável, com hidróxido de sódio (0,1 M) até a viragem de coloração para róseo claro, sendo os resultados expressos em g/100g de ácido oleico (8).

### **Análise dos dados**

Os dados obtidos nas análises de caracterização centesimal e físico-química da amêndoa de castanha-de-caju, foram tabulados e calculados, sendo expressos em média e desvio padrão em Software Excel.



## Resultados e Discussão

As propriedades químicas e nutricionais de uma matéria-prima, são importantes para a obtenção de um alimento mais estável, seguro e conseqüentemente de melhor qualidade. Diante disso, os valores encontrados nas análises centesimais e físico-químicas da ACC, seguem expressos na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – Composição nutricional e físico-química da amêndoa da castanha-de-caju.

Componentes	ACC
Umidade (%)	3,35 ± 0,03
Lipídios (%)	41,46 ± 2,10
Proteínas (%)	29,5 ± 0,19
Cinzas (%)	1,53 ± 0,04
Fibra Bruta (%)	4,8 ± 0,03
Carboidratos (%)	22,09 ± 1,77
pH	6,45 ± 0,04
Acidez (g/ácido oleico)	0,32 ± 0,00

Fonte: Dos autores, 2022

Conforme observado (Tabela 1), a umidade da amêndoa de castanha-de-caju apresentou valor médio de 3,35%, tal resultado encontra-se de acordo com o estabelecido pela legislação para comercialização da amêndoa da castanha-de-caju, que é de no máximo de 5% (9). Em alimentos a umidade é um parâmetro importante, pois em baixos níveis pode reduzir o crescimento microbiano na ACC, conferindo maior durabilidade ao alimento (10).

O valor obtido para cinzas na amostra de ACC foi de 1,53%, resultado inferior aos encontrados por Gadani *et al.*, 2,60% (6) e Melo *et al.*, 2,40% (11). Dentre os constituintes minerais da amêndoa-de-caju, estão o cálcio, o fósforo, o magnésio, o potássio, o ferro e o sódio (13, 14). O conteúdo de cinzas em ACC, poderá sofrer variação em decorrência de vários fatores, tais como: solo, clima, origem botânica e variabilidade genética, influenciando assim na capacidade de acúmulo mineral de sua composição (5).

Para lipídios, a amostra de ACC apresentou 41,46% de teor de gordura. Em estudos realizados por outros autores na mesma matéria-prima, os mesmos observaram valores médios entre 41,66 e 56,0% (6, 11, 2). A composição lipídica da amêndoa da castanha-de-caju,



constitui-se pela presença de ácidos graxos mono- e poli-insaturados, tais como os ácidos oleicos, palmíticos e esteáricos (2).

No entanto, durante o armazenamento é importante ressaltar que, a elevada quantidade de gordura da ACC é considerado um dos principais causadores de deterioração, uma vez que, esse parâmetro pode desencadear a oxidação lipídica, condição que além de alterar as características sensoriais e de qualidade no alimento (6), acarreta na produção de compostos tóxicos (16) prejudiciais à saúde.

Quanto ao teor de proteína, a amostra analisada apresentou um valor médio de 29,5%, resultado superior aos encontrados por Gadani *et al.*, (6) e Melo *et al.* (11), que foram de 16,5% e 21,76%, respectivamente. A amêndoa de castanha-de-caju apresenta em torno de 25% de proteína em sua composição (15), dentre os aminoácidos de alto valor biológico presentes na amêndoa, podem ser mencionados a lisina, o triptofano, a isoleucina e a leucina (13), componentes que indicam o elevado teor proteico desse alimento.

Para fibras, o valor encontrado na ACC (4,8%) foi superior ao obtido por Porfírio, Henrique e Reis (16), que obtiveram um resultado de 2,7% de fibra na mesma matéria-prima. As fibras alimentares têm grande importância na dieta, pois apresentam maior volume e menor densidade calórica, promovendo sensação de saciedade (16).

Em relação ao teor de carboidratos, o valor médio obtido foi de 22,09%, estando de acordo com o esperado para a amêndoa da castanha-de-caju (em torno de 22%) (13). Os carboidratos são fontes energéticas naturais presentes em produtos de origem vegetal, assim sendo, a matéria-prima avaliada é capaz de fornecer conteúdo nutricional e energético à alimentação, além de bom potencial tecnológico em produtos alimentícios (10).

Os resultados de pH e acidez (g ácido oleico/100 g) da amostra de ACC foram de 6,45 e 0,32%, respectivamente. De acordo com Lottenberg, dentre os ácidos orgânicos presentes na composição da ACC, estão o ácido gálico, siríngico e as catequinas, estes, benéficos à saúde (17).

## **Conclusão**

Os resultados obtidos na análise de amêndoa da castanha-de-caju demonstraram elevado teor nutricional quanto ao seu conteúdo proteico e lipídico, com valores significativos e apreciáveis em sementes oleaginosas. Como matéria-prima, a aplicação da ACC como ingrediente na área alimentícia, bem como na dieta humana, além de conferir sabor, possibilita a potencialização das propriedades funcionais e nutricionais benéficas ao organismo.



## Referências

1. OKEREKE, G. *et al.* Physicochemical characteristics, acute and subacute toxicity of cashew nut shell oil in Wistar rats. **Scientific African**, v. 8, e00391, 2020.
2. USLU, N.; ÖZCAN, M. M. Effect of microwave heating on phenolic compounds and fatty acid composition of cashew (*Anacardium occidentale*) nut and oil. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 18, p. 344–347, 2019.
3. EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. **Sistemas de produção do caju**. 2ª Ed. Fortaleza - CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.
4. CARVALHO, J.M. *et al.* Desenvolvimento nanopartículas de óleo de amêndoa de castanha de caju. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Gramado – RS. **Anais XXV CBCTA**, Gramado – RS, 2016.
5. GOMES, T. R. *et al.* Cashew nut meal (*Anacardium occidentale L.*) in the feeding of growing rabbits. **Ciência Animal Brasileira**, v. 21, e-61927, 2020.
6. GADANI, B. C. *et al.* Physical and chemical characteristics of cashew nut flow stored and packaged with different packages. **Food Science Technology**, v. 37, n. 4, Oct- Dec 2017.
7. AMORIM, M. *et al.* Use of whey peptide fraction in coated cashew nut as functional ingredient and salt replacer. **LWT - Food Science and Technology**, v. 92, p. 204-211, 2018.
8. IAL (Instituto Adolfo Lutz). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Ed. (1ª Edição Digital), São Paulo, 2008. 1020 p.
9. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 2, de 06 de fevereiro de 2017. Regulamento Técnico da Amêndoa da Castanha de Caju. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 17 fev. 2017.





10. SABINO, V. G. *et al.* Desenvolvimento e caracterização de biscoitos tipo cookie de farinha do resíduo agroindustrial do caju. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 38-44, 2017.
11. MELO, M. L. P. *et al.* Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) crua e tostada. **Food Science Technology**, v. 18, n. 2. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20611998000200008>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
12. JESUS JÚNIOR, I. R. *et al.* Análise da composição centesimal da amêndoa do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) crua e torrada como matéria-prima para a produção da farinha da castanha de caju. **Prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos**. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, cap. 1, p. 01–13, 2020.
13. ALOBO, A. P.; AGBO, B. N.; ILESANMI, S. A. Physicochemical and functional properties of full fat and defatted cashew kernel flours. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 44, n. 3, p. 581-585, 2009.
14. FREITAS, J. B. NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 269-279, mar./abr., 2010.
15. HOLANDA, S. M. **Desenvolvimento e caracterização de bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju, adicionada de achocolatado, leite de coco ou banana.** Dissertação Mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. 102 p.
16. PORFÍRIO, E.; HENRIQUE, V.S.M.; REIS, M.J.A. Elaboração de farofa de grãos, sementes oleaginosas e castanha de caju: composição de fibras, ácidos graxos e aceitação. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n.3, p. 185-191, jul./set. 2014.
17. LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de





distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 595-607, 2009.



## Avaliação de cor de méis produzidos no município de Bela Vista de Goiás

Thauany Guimarães Cardoso<sup>1\*</sup>; Schirlayne de Sousa Lima da Silva<sup>2</sup>; Caroline Roberta Freitas Pires<sup>3</sup>; Sara Maria Nunes Schons<sup>1</sup>

**Resumo:** O mel de abelha é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas. É um produto constituído de açúcares, mas consta ainda em sua composição, aminoácidos, vitaminas, proteínas e enzimas, que são nutrientes essenciais para a saúde. As propriedades físico-químicas do produto, dependerão de diversos fatores, tais como, a origem floral do néctar, o período do ano em que foi produzido, condições climáticas e a espécie da abelha. A cor do mel também é influenciada pela origem floral, a temperatura em que o mel amadurece na colmeia, o clima, e até mesmo pela forma individual com que o apicultor faz o manejo. O objetivo do presente estudo, foi avaliar a coloração de méis provenientes de três apiários localizados no município de Bela Vista de Goiás - GO. A análise da cor foi realizada em méis provenientes de três apiários com floradas predominantes de Mata-pasto (*Eupatorium maximiliani*), Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e Cipó-uva (*Cissus rhombifolia*) no colorímetro digital MINOLTA, modelo CR 400, e os resultados foram expressos pelos parâmetros de cor L\*, a\*, b\*, ângulo (H\*) e croma (C\*). O mel que tem como florada predominante o Mata-Pasto apresentou valores da variável “a\*” significativamente superiores às demais floradas indicando uma coloração do produto mais avermelhada. Já o mel da florada de Cipó-uva apresentou os menores valores da variável “b\*” sugerindo tons mais suaves de amarelo em relação aos méis provenientes das floradas com predominância de Aroeira e Mata-pasto. Para a luminosidade (L\*), observou-se que os méis provenientes das floradas predominantes de Cipó-uva, apresentaram maiores valores, reforçando que este é um produto de coloração mais clara. Essa diversificação de tonalidade que o produto apícola apresenta é uma medida usada pelos consumidores para a escolha do produto.

**Palavras-chave:** *Apis mellifera*. Colorimetria. Mel. Produto apícola.

### Introdução

O cerrado é um dos cinco grandes biomas do Brasil, cobrindo cerca de 22% do território nacional e ocupando uma área de 2.036.448 km<sup>2</sup>. Sua ampla diversidade de flora nativa, favorece a prática de atividades como a apicultura, uma vez que, estima-se que 35% das abelhas vivem no cerrado (1).

<sup>1</sup>Acadêmica de Graduação em Bacharelado em Nutrição, Universidade Federal do Tocantins

<sup>2</sup>Acadêmica de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins

<sup>3</sup> Docente, Universidade Federal do Tocantins

E-mail para a correspondência:thauanygc@gmail.com



A apicultura se define pela criação de abelhas do gênero *Apis* com o intuito de se produzir mel, para tal, utiliza-se métodos e equipamentos desenvolvidos para melhor explorar as capacidades naturais destes insetos. Dentre os principais produtos produzidos pelas abelhas, pode-se mencionar o mel, a própolis e o pólen. (2).

Por definição, o mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas (3).

O mel é constituído em maior parte de açúcares (70 à 85%), o que o torna uma excelente fonte de energia. É constituído ainda por substâncias como aminoácidos, vitaminas, proteínas, enzimas, além ácidos orgânicos e fenólicos (4), que são componentes essenciais para a saúde

Dentre as diversas aplicabilidades deste produto apícola, destacam-se a utilização para fins terapêuticos (5) e na alimentação humana.

Em relação às propriedades físico-químicas do produto, estas dependerão de diversos fatores, tais como, a florada, o período do ano em que foi produzido, as condições climáticas no momento da coleta, o processamento e a espécie da abelha (6), sendo a coloração dos méis uma das características fortemente influenciada pelos fatores elencados.

Com base nisso, o objetivo do trabalho foi avaliar a coloração de méis provenientes de três apiários localizados no município de Bela Vista de Goiás - GO.

## **Material e Métodos**

### **Coleta das amostras**

As amostras de méis de abelhas *Apis mellifera*, foram obtidas em agosto de 2021, provenientes de três apiários: Goiano (16°56'55.7"S 49°01'41.5"W), onde tem como florada predominante o Mata-pasto (*Eupatorium maximilianii*); Aparecida (16°48'22.3"S 48°59'14.7"W), que tem como florada predominante a Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e; Mário (16°51'57.4"S 49°03'14.2"W), que possui na região uma vasta florada de Cipó-uva (*Cissus rhombifolia*). Todos eles localizados na zona rural do distrito de Roselândia, município de Bela Vista de Goiás - GO. Em dias seguidos, foram colhidos os favos de mel nos respectivos locais e logo após desoperculados, centrifugados, filtrados, decantados e por fim acondicionados em embalagem plástica de polietileno com tampa do mesmo polímero e armazenados em local seco e arejado e expostos apenas a luz ambiente em temperatura de 25° C (+-2°C) até o momento da análise.

## Análise colorimétrica

A cor das amostras foi determinada com o auxílio de um colorímetro da marca Konica Minolta, modelo CR 410, utilizando-se a escala CIE Lab: L\* (luminosidade), a\* (+ vermelho; - verde), b\* (+ amarelo; - azul). Além disso, relacionou-se o sistema CIElab ao cálculo do ângulo C\*(chroma) e h° (ângulo hue) conforme recomendado por Zhang *et al.* (7).

## Análise Estatística

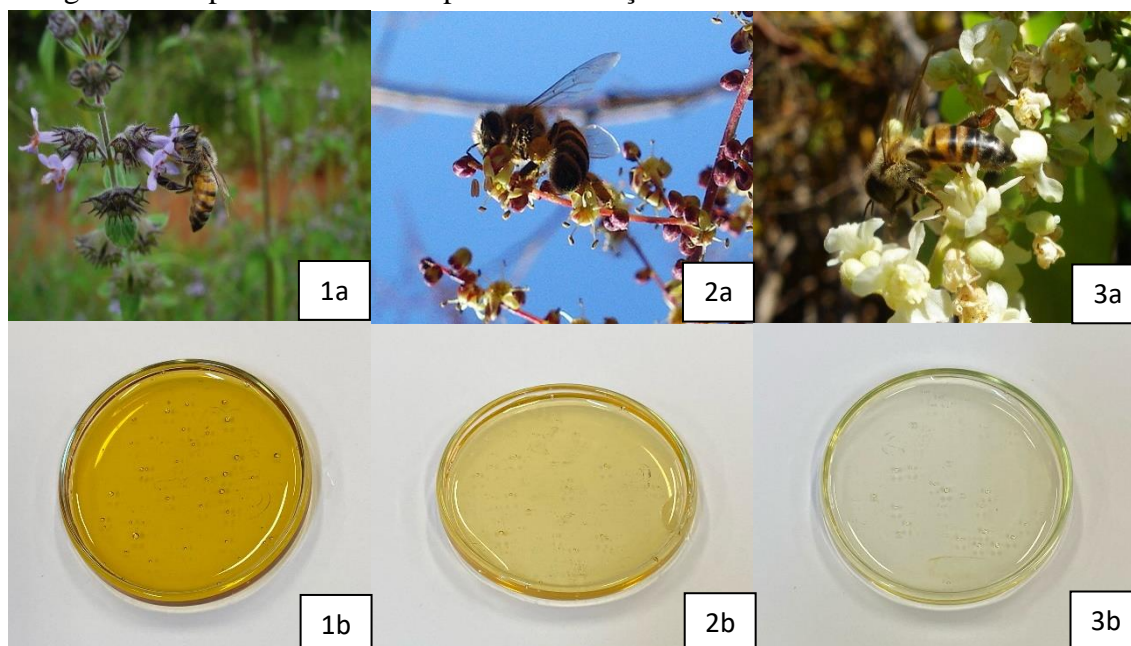
Os dados de colorimetria das amostras de méis, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para a comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey a 5% de significância no programa estatístico SISVAR versão 5.6 (8).

## Resultados e Discussão

A cor do mel é determinada por fatores como, qualidade das flores existentes no raio de ação das abelhas, temperatura de seu amadurecimento na colmeia, clima, forma que o apicultor maneja as colônias e o armazenamento deste produto (9).

A figura 1 apresenta as fotografias das origens florais predominantes: Mata-pasto (1a); Aroeira (2a) e Cipó-uva (3a) com os respectivos méis produzidos (1b; 2b; 3b).

Figura 1 – Espécie floral e a respectiva coloração de seu mel.



Fonte: Eudes Lobo, 2022.



Os valores médios obtidos na avaliação da coloração dos méis advindos dos apiários, encontram-se expressos na tabela 1.

Tabela 1 – Dados de cor das amostras de mel coletadas no município de Bela Vista de Goiás, Goiás.

Amostra de mel	L	a*	b*	C*	H
Apiário 1 – MP	52,30 <sup>c</sup>	1,76 <sup>a</sup>	22,66 <sup>a</sup>	22,69 <sup>a</sup>	85,68 <sup>c</sup>
Apiário 2 – AR	57,48 <sup>b</sup>	-0,93 <sup>b</sup>	13,43 <sup>b</sup>	13,43 <sup>b</sup>	94,04 <sup>b</sup>
Apiário 3 – CUV	59,78 <sup>a</sup>	-0,66 <sup>b</sup>	5,13 <sup>c</sup>	5,17 <sup>c</sup>	97,21 <sup>a</sup>

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: MP: Mata-Pasto; AR: Aroeira; CUV: Cipó-uva; L: luminosidade; C\*: Chroma; h: Hue.

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ )

Analisando os valores médios das amostras de méis (Tabela 1), é possível observar que houve diferença estatística significativa entre todos os méis advindos dos três apiários.

Para a coordenada luminosidade (L), observou-se que houve diferença significativa entre as três amostras, sendo que a amostra de mel proveniente do apiário 3 (Cipó-uva), apresentou valores superiores, com teor médio de 59,78. Em contrapartida, a amostra do apiário 1 (Mata-pasto) mostrou valores significativamente inferiores (52,30). A luminosidade (L), pode variar entre 0 e 100, de modo que, quanto mais próximo de 100, mais claro será o mel e quanto mais distante, mais escuro. Estas cores podem oscilar entre quase incolor a âmbar-escuro (3).

De acordo com os resultados obtidos para a coordenada a\*, observou-se que a amostra de mel do apiário 1, que possui como florada predominante o mata-pasto, foi a que apresentou o maior valor, com média de 1,76 ( $p \leq 0,05$ ), indicando possuir uma coloração mais avermelhada, enquanto que as amostras provenientes dos apiários 2 e 3, não se diferiram estatisticamente entre si e tiveram um valor negativo (-0,93 e -0,66, respectivamente), o que denota uma coloração menos avermelhada.

Quanto a coordenada b\*, houve diferença estatística significativa entre as três amostras, sendo que a amostra do apiário 1 apresentou o maior valor médio (22,66) e a do apiário 3, o menor valor médio (5,13). Estes dados apontam que o mel da florada de Cipó-uva apresentou tons de amarelo mais claro em relação ao mel de Aroeira e Mata-pasto.

Quanto à cromaticidade, foi possível observar que todas as amostras também se diferiram estatisticamente, sendo que a amostra do apiário 1 apresentou maiores valores médios que a do apiário 3, sendo estes de 22,69 e 5,17 respectivamente.





Os valores de ângulo *hue* também se diferiram estatisticamente entre as três amostras, no entanto, foram encontrados nos méis com predominância da florada de Cipó-uva, valores significativamente superiores (97,21), entretanto, méis obtidos do apiário com predominância de mata-pasto apresentaram valores médios significativamente inferiores (85,68).

Propriedades como maior quantidade de cinzas em méis mais escuros apontam uma correlação de cor e alto teor de sais minerais como o potássio, manganês, sódio e ferro (10).

A coloração é uma das características determinantes para a escolha do consumidor, que na maioria das vezes escolhe o produto apenas pela aparência. Méis mais claros têm maior preferência, logo atingem maiores valores comerciais (11), entretanto este fator não apresenta diferenças significativas quanto ao valor nutritivo do mel em relação aos demais (12).

## **Conclusão**

O mel poderá variar sua coloração de acordo com a origem floral, sendo que os méis advindos dos apiários com predominância de Cipó-uva apresentaram uma coloração amarelo claro e méis dos apiários com predominância de Mata-pasto tiveram uma tonalidade avermelhada mais intensa. A variação de tonalidade que o produto apícola apresenta é um parâmetro de aceitabilidade comumente utilizado pelos consumidores para a escolha do produto.

## **Referências Bibliográficas**

1. CAVALCANTI, R.; JOLY, C. **The conservation of the Cerrados**. In: OLIVIERA, P. S.; MARQUIS, R. J. (ed.) *The Cerrado of Brazil. Ecology and natural history of a notropical savanna*. p. 351-367. Columbia Univ. Press: New York. 2002.
2. SANTOS, C. S.; RIBEIRO, A. S. Apicultura: uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 4, n. 3, p. 1-6, jul./set. 2009.
3. BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/IN-11-de-2000.pdf>>. Acesso em: 28. mai. 2022.





4. ROSHAN, H. A. *et al.* Characterization and discrimination of the floral origin of sidr honey by physicochemical data combined with multivariate analysis. **Food Analytical Methods**, v. 10, p. 137-146, 2017.
5. ARAÚJO, K. S. S. *et al.* Beekeeping in Brazil: A Bibliographic Review. **Beekeeping - New Challenges**, Ed. IntechOpen, p. 379-392, 2020.
6. ALVES, R. M. O.; CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A. Características físico – químicas de amostras de mel de *M. manducaia SMITH (Hymenoptera: Apidae)*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 644-650, 2005.
7. ZHANG, X., LI, C., CHENG, X., WANG, X., & ZHANG, B. A near-infrared croconium dye-based colorimetric chemodosimeter for biological thiols and cyanide anion. **Sensors and Actuators B: Chemical**, v. 129, n. 1, p. 152-157, 2008.
8. FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA. São Carlos, SP. **Programa e Resumos...** São Carlos: UFScar, p. 235. 2000.
9. SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 1988.
10. COUTO, R. H.; COUTO, L. A. **Apicultura: Manejo e Produtos**. 3.ed. Jaboticabal: funep, 2006.
11. LACERDA *et al.* Influência das características físico-químicas e composição elementar nas cores de méis produzidos por *Apis mellifera* no Sudoeste da Bahia utilizando análise multivariada. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p.1022-1026, 2010.
12. VENTURINI, K.S; SARCINELLI, M.F; SILVA, L.C. Características do Mel. **Boletim Técnico**, Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.



## **Avaliação de linguiça de frango frescal elaborada com resíduos de jamelão**

**\*Matheus Péricles Silva Láscaris<sup>1</sup>; Adrian Ramos Pio<sup>2</sup>; Susianny Alves Almeida<sup>3</sup>;  
Carolina Natalie Fontes Arôxa<sup>4</sup>; Lília Calheiros De Oliveira Barreto<sup>5</sup>; Patrícia  
Beltrão Lessa Constant<sup>6</sup>; Tatiana Pacheco Nunes<sup>7</sup>**

**Resumo:** Esse trabalho teve como objetivo estudar a aplicação da farinha da casca e da semente de jamelão e seus respectivos extratos hidroalcoólicos em linguiças frescas de frango buscando aumentar a vida de prateleira. Inicialmente testou-se a atividade antimicrobiana dos extratos contra *Salmonella Typhimurium*, *Salmonella Enteritidis*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas* e verificou-se que apenas *Pseudomonas* e *B. subtilis* foram resistentes ao extrato da semente, todas as demais cepas foram sensíveis aos extratos testados. Posteriormente foram desenvolvidas quatro formulações de linguiça onde variou o tipo de resíduo incorporado: F1 com farinha da semente, F2 com extrato da semente, F3 com farinha da casca e F4 com extrato da casca, elaborou-se também a linguiça controle (FC) para comparação dos resultados. Observou-se que a presença das farinhas e dos extratos reduziram significativamente em aproximadamente 1 ciclo log a população de mesófilos no final do período de armazenamento. Na análise de psicrotróficos, verificou-se que a adição da farinha da casca garantiu que a vida útil do produto fosse de 14 dias sob refrigeração, enquanto que as demais formulações fosse no máximo de 7 dias. Sendo assim, é possível concluir que a utilização de resíduos de jamelão pode ser uma alternativa como conservante para a indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** Antimicrobiano. Qualidade microbiológica. Vida de prateleira.

---

<sup>1,2,3,4</sup> Discente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe.

<sup>5</sup> Docente, Departamento de Graduação em Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe.

<sup>6,7</sup> Docente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe.

E-mail para a correspondência: matheus1709@hotmail.com



## **Introdução**

A carne é uma importante fonte de proteínas de alta qualidade, ácidos graxos, vitaminas B e oligoelementos, sendo importante para a segurança alimentar e para a saúde nutricional (1). Devido ao estilo de vida acelerado da sociedade moderna, o consumo de alimentos mais práticos no preparo, como os embutidos cárneos vem aumentando (2).

As linguiças se destacam entre os outros embutidos pelo preço e qualidade, pois por serem produzidas com as aparas dos cortes cárneos possuem baixo custo de produção (3). Entretanto, a intensa manipulação da matéria-prima durante sua fabricação aumenta o risco de contaminação por microrganismos que podem deteriorar o produto e até mesmo provocar doenças nos consumidores, sendo um problema que resulta em prejuízos econômicos para as indústrias e riscos à saúde para o consumidor (4). Sendo assim, esses produtos devem estar de acordo com os padrões determinados pelas legislações vigentes para serem comercializados.

Normalmente, para controlar o processo de deterioração ou a multiplicação de patógenos a indústria utiliza diversos conservantes químicos, porém estudos apontam que esses aditivos, quando consumidos em altas concentrações, podem estar associados a problemas como alergias, asma e rinite (5).

Os vegetais são possíveis fontes de inúmeros compostos antimicrobianos e antioxidantes por possuírem uma diversidade molecular muito maior que aquelas que podem ser sintetizadas (6). O jamelão (*Syzygium cumini* Lamarck) é uma planta pertencente à família Myrtaceae, nativa em países tropicais e no Brasil é encontrada nas regiões sudeste, nordeste e norte (7), sendo um fruto que apresenta valor elevado de diversos polifenóis, entre eles, os compostos fenólicos que são os responsáveis pela atividade antioxidante e antimicrobiana desse fruto (8).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar e comparar a utilização das farinhas da casca e da semente e seus respectivos extratos hidroalcoólicos na formulação de linguiças frescas de carne de frango, visando aumentar a sua vida de prateleira pela estabilidade microbiológica.

## **Material e Métodos**



### *Matéria Prima*

Os frutos de jamelão passaram por uma seleção e aqueles que apresentaram danos físicos foram rejeitados. Após essa seleção, os frutos foram sanitizados em solução com hipoclorito de sódio 200 ppm por 30 minutos e em seguida enxaguados em água corrente por 10 minutos. Posteriormente, foram descascados manualmente e passados em despoldadora industrial para obtenção da semente. A casca e a semente foram desidratadas em secador do tipo pardal com circulação de ar a 40 °C por cerca de 20 horas até umidade final entre 7 a 10 %. Por fim, as cascas e as sementes foram processadas em moinho de pás com o objetivo de obter a farinha de ambos. As farinhas foram armazenadas em embalagens laminadas, protegidas da luz, sob vácuo e congeladas a -18°C até o momento do uso.

### *Obtenção dos extratos hidroalcoólicos das farinhas da casca e da semente*

Os extratos foram elaborados utilizando 10 g de farinha e 100 ml de álcool etílico 70 % (1:10 m/v), homogeneizados em banho de ultrassom por 1 hora a 40 °C, em seguida, filtrados a vácuo e rotaevaporados em pressão reduzida a 50 °C (9).

### *Avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos da farinha da casca e da farinha da semente de jamelão.*

#### *i. Preparo do inóculo*

Para avaliação da atividade inibitória dos extratos etanólicos das farinhas da casca e da semente de jamelão foram utilizadas oito cepas de microrganismos, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*, *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*. Para tal, os inóculos foram preparados a partir das culturas padrão dos microrganismos (previamente descongeladas), as quais foram ativadas em 5 mL de caldo *Tryptona Soya Broth* (TSB Oxoid) a 37 °C *overnight*. A turbidez de crescimento ativo da suspensão bacteriana foi ajustada para coincidir com o padrão de turvação de 0,5 unidades da escala McFarland (previamente preparada) correspondente a 10<sup>8</sup> UFC/mL.

#### *ii. Método de difusão em disco*

Para a avaliação antimicrobiana foi escolhido o método de disco-difusão (10), no qual 100 µL da suspensão bacteriana foram semeados em ágar *Mueller Hilton* (KASVI). Após a semeadura, cinco discos de papel de filtro de 6 mm foram alocados na superfície do meio, no qual um disco foi adicionado do controle positivo (clorexidina 0,12 %), e um do controle negativo (tampão pH 7) e em três deles foram adicionados de 10 µL dos extratos. A zona de inibição (ZI) do crescimento microbiano foi avaliada pelo diâmetro do halo de inibição em mm ao redor dos discos após 24 horas de incubação a  $37 \pm 1$  °C.

#### *Preparação das linguiças frescas*

Foram elaboradas quatro formulações adicionando 1,5% da farinha e/ou do extrato (5), com adaptações (Tabela 1), além da formulação controle.

Tabela 1 - Formulação de linguiças de frango (FC, F1, F2, F3, F4) frescal sem adição de extrato ou farinha dos resíduos de jamelão, com adição de farinha da semente, com extrato da farinha da semente, com farinha da casca e com extrato da farinha da casca.

Ingredientes	FC (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	F4 (%)
Peito de frango	86,48	85,20	85,20	85,20	85,20
Toucinho	10,81	10,65	10,65	10,65	10,65
Sal	1,62	1,59	1,59	1,59	1,59
Pimenta	0,54	0,53	0,53	0,53	0,53
Tomilho	0,54	0,53	0,53	0,53	0,53
Farinha da semente	-	1,5	-	-	-
Extrato da farinha da semente	-	-	1,5	-	-
Farinha da casca	-	-	-	1,5	-
Extrato da farinha da casca	-	-	-	-	1,5

Fonte: Dos autores, 2021.

Legenda: FC: Linguiça Frescal sem conservantes; F1: Com farinha da semente, F2: Com extrato da semente; F3: Com farinha da casca; F4: Com extrato da casca.

#### *Análise estatística*

Os dados coletados para composição físico-química foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as média comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), expressos com média  $\pm$  desvio padrão, com o auxílio do programa computacional Sisvar 5.7.

## **Resultados e Discussão**



Em relação à atividade antimicrobiana dos extratos (Tabela 2) é possível verificar que o extrato da farinha da semente foi significativamente melhor que o da casca nos testes *in vitro* para o controle de *Salmonella* Enteritidis, *Pseudomonas* e *Bacillus subtilis*.

Tabela 2 - Análise da atividade antimicrobiana do extrato da farinha da semente e da farinha da casca de jamelão pelo método de disco-difusão (mm)

CEPAS	EFS	EFC	C+
<i>Salmonella</i> Typhimurium	12,33 ± 0,28 <sup>a</sup>	12,00 ± 1,00 <sup>a</sup>	12,16 ± 1,04 <sup>a</sup>
<i>Salmonella</i> Enteritidis	12,00 ± 0,50 <sup>a</sup>	8,33 ± 1,89 <sup>b</sup>	13,16 ± 1,75 <sup>a</sup>
<i>Escherichia coli</i>	10,00 ± 1,44 <sup>a</sup>	11,50 ± 0,76 <sup>a</sup>	12,00 ± 0,57 <sup>a</sup>
<i>Listeria monocytogenes</i>	11,00 ± 1,80 <sup>ab</sup>	9,50 ± 0,50 <sup>b</sup>	12,83 ± 0,76 <sup>a</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	12,50 ± 1,00 <sup>a</sup>	11,50 ± 0,5 <sup>a</sup>	12,83 ± 3,12 <sup>a</sup>
<i>Pseudomonas</i>	10,66 ± 0,76 <sup>a</sup>	0 ± 0 <sup>b</sup>	9,66 ± 0,76 <sup>a</sup>
<i>Bacillus cereus</i>	10,33 ± 0,76 <sup>ab</sup>	9,83 ± 2,36 <sup>b</sup>	12,66 ± 0,76 <sup>a</sup>
<i>Bacillus subtilis</i>	13,83 ± 0,76 <sup>a</sup>	0 ± 0 <sup>b</sup>	14,33 ± 0,76 <sup>a</sup>

Fonte: Dos autores, 2021.

Legenda: EFS: Extrato da farinha da semente; EFC: Extrato farinha da casca; C+: Controle positivo. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados estão expressos pela média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ), segundo teste Tukey.

Vale ressaltar que o extrato da farinha da semente mostrou-se eficiente para o controle de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas e que a sensibilidade de todas as bactérias testadas para esse extrato não diferiu significativamente da sensibilidade encontrada para o controle positivo (clorexidina). Esse é um fato relevante, pois esperava-se maior susceptibilidade das bactérias gram-positivas quando comparado a gram-negativas devido a diferenças morfológicas existentes entre elas. Em especial, as gram-negativas que possuem uma camada externa fosfolipídica, tornando-a impermeável a solutos lipofílicos, enquanto as porinas formam uma barreira seletiva contra solutos hidrofílicos (11), diferente das gram-positivas que possuem apenas uma camada externa de peptidoglicano (12).

Verifica-se (Tabela 3) que foram adotadas todas as condições de higiene durante o processamento e manipulação das linguças, devido ao baixo número de coliformes a 45°C ( $\leq 3,6$  NMP/g), *E. coli* ( $< 3$  NMP/g). e ausência de *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium, já que a presença desses microrganismos indica contaminação de origem fecal.





Tabela 3 - Qualidade microbiológica das linguiças frescas de frango por meio das análises de coliformes 45 °C (NMP/g), *Salmonella Enteritidis*, *Salmonella Typhimurium* e *Escherichia coli*

Formulações	Coliformes 45°C	<i>S. Enteritidis</i>	<i>S. Typhimurium</i>	<i>E. coli</i>
FC	3,6	Aus	Aus	<3
F1	<3	Aus	Aus	<3
F2	<3	Aus	Aus	<3
F3	<3	Aus	Aus	<3
F4	3,6	Aus	Aus	<3

Fonte: Dos autores, 2021.

Legenda: NMP/g: Número Mais Provável por grama; Aus: Ausente; FC: Linguiça Frescal sem conservantes; F1: Linguiça frescal acrescida de Farinha da Semente; F2: Linguiça frescal acrescida de Extrato da Farinha da Semente; F3: Linguiça frescal acrescida da Farinha da Casca; F4: Linguiça frescal acrescida de Extrato da Farinha da Casca.

Verifica-se na Tabela 4 que houve uma redução significativa de aproximadamente 1 ciclo logarítmico para as formulações elaboradas com a farinha da semente, farinha da casca e extrato da farinha da casca ao final do período de armazenamento (18º dia).

Tabela 4 - Análise da população de microrganismos mesófilos aeróbios (log UFC/g) das linguiças frescas durante 18 dias de armazenamento refrigerado

	Dia 0	Dia 4	Dia 7	Dia 10	Dia 14	Dia 18
FC	5,61±0,20 <sup>a</sup>	6,59±0,09 <sup>b</sup>	3,66±0,30 <sup>c</sup>	5,21±0,21 <sup>a</sup>	5,81±0,07 <sup>a</sup>	5,31±0,10 <sup>a</sup>
F1	5,36±0,14 <sup>a</sup>	5,79±0,05 <sup>a</sup>	5,43±0,22 <sup>a</sup>	5,65±0,15 <sup>a</sup>	5,05±0,02 <sup>a</sup>	4,39±0,10 <sup>b</sup>
F2	5,36±0,05 <sup>a</sup>	5,52±0,04 <sup>a</sup>	5,43±0,01 <sup>a</sup>	5,69±0,05 <sup>b</sup>	5,68±0,06 <sup>b</sup>	4,39±0,12 <sup>a</sup>
F3	5,25±0,23 <sup>a</sup>	5,60±0,30 <sup>a</sup>	4,16±0,01 <sup>b</sup>	5,69±0,05 <sup>b</sup>	5,28±0,26 <sup>a</sup>	4,38±0,11 <sup>b</sup>
F4	5,57±0,10 <sup>a</sup>	5,72±0,03 <sup>a</sup>	4,59±0,21 <sup>b</sup>	4,27±0,06 <sup>b</sup>	4,38±0,42 <sup>b</sup>	4,39±0,11 <sup>b</sup>

Fonte: Dos autores, 2021.

Legenda: FC: Linguiça Frescal sem conservantes; F1: Linguiça frescal acrescida de Farinha da Semente; F2: Linguiça frescal acrescida de Extrato da Farinha da Semente; F3: Linguiça frescal acrescida da Farinha da Casca; F4: Linguiça frescal acrescida de Extrato da Farinha da Casca. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados estão expressos pela média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ), segundo teste Tukey.

É importante considerar que a temperatura ( $5^{\circ}\text{C} \pm 1$ ) utilizada para o armazenamento também influenciou no controle do crescimento das bactérias, já que a população de mesófilos presentes na formulação controle não diferiu significativamente entre o dia inicial e o final do experimento. Isso pode ser justificado, devido à temperatura de armazenamento ter sido menor que a temperatura mínima exigida para esse grupo de microrganismos.

Outros autores encontraram comportamento similar para os microrganismos mesófilos em linguiças frescas de frango acrescidas de extrato de capim limão (0,5% e



1%), apresentando populações inferiores a  $10^6$  UFC/g no armazenamento até o vigésimo primeiro dia (13).

Na Tabela 5 encontram-se os resultados da análise de população de microrganismos psicrotróficos aeróbicos (log UFC/g) das linguças frescas durante 18 dias de armazenamento refrigerado.

Tabela 5 - Análise da população de microrganismos psicrotróficos aeróbicos (log UFC/g) das linguças frescas durante 18 dias de armazenamento refrigerado

	Dia 0	Dia 4	Dia 7	Dia 10	Dia 14	Dia 18
FC	5,20±0,17 <sup>a</sup>	6,45±0,34 <sup>b</sup>	7,50±0,06 <sup>c</sup>	8,37±0,01 <sup>d</sup>	7,83±0,08 <sup>c</sup>	7,77±0,07 <sup>c</sup>
F1	5,07±0,06 <sup>a</sup>	4,29±0,21 <sup>a</sup>	4,96±0,05 <sup>a</sup>	6,47±0,01 <sup>b</sup>	7,55±0,49 <sup>c</sup>	7,25±0,44 <sup>b</sup>
F2	5,76±0,15 <sup>a</sup>	6,31±0,23 <sup>a</sup>	7,13±0,01 <sup>b</sup>	8,04±0,04 <sup>c</sup>	7,55±0,31 <sup>b</sup>	7,50±0,30 <sup>b</sup>
F3	5,20±0,34 <sup>a</sup>	4,50±0,17 <sup>b</sup>	4,10±0,17 <sup>b</sup>	5,75±0,01 <sup>a</sup>	5,69±0,08 <sup>a</sup>	7,30±0,30 <sup>c</sup>
F4	5,03±0,01 <sup>a</sup>	5,26±0,12 <sup>a</sup>	6,52±0,20 <sup>b</sup>	6,62±0,01 <sup>b</sup>	6,50±0,16 <sup>b</sup>	7,25±0,11 <sup>c</sup>

Fonte: Dos autores, 2021.

Legenda: FC: Linguça Frescal sem conservantes; F1: Linguça frescal acrescida de Farinha da Semente; F2: Linguça frescal acrescida de Extrato da Farinha da Semente; F3: Linguça frescal acrescida da Farinha da Casca; F4: Linguça frescal acrescida de Extrato da Farinha da Casca. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados estão expressos pela média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ), segundo teste Tukey.

Apesar da legislação brasileira (13) não preconizar valores para esses microrganismos, sabe-se que são eles os responsáveis pela deterioração de produtos armazenados em temperaturas de refrigeração, em função da temperatura ótima de multiplicação, diminuindo a vida útil desses produtos (14).

Alimentos com uma população de até  $10^6$  UFC/g de psicrotróficos são considerados próprios para consumo, desse modo observa-se (Tabela 5) que inicialmente todas as formulações estavam adequadas para o consumo, mas que após uma semana, as formulações controle e as elaboradas com extrato da semente (F2) estavam inadequadas (14).

Diferente dos mesófilos, onde o extrato da casca foi mais eficiente no controle dos microrganismos, verificou-se que até o 7º dia, as linguças formuladas com as farinhas da semente e da casca (F1 e F3) reduziram a população de psicrotróficos. A partir desse período apenas a formulação com farinha da casca permaneceu adequada para o consumo



até o 14º dia de armazenamento refrigerado, todas as demais já se encontravam deterioradas.

A diferença na população de psicrotróficos encontrada entre as formulações elaboradas com farinha e com extrato pode ser explicada provelmente em função do aumento da atividade de água presente nas linguças com extrato, o que pode ter favorecido a multiplicação microbiana.

Em estudos de aplicação de extratos de jabuticaba em linguças frescas suínas e observou resultado muito similar aos desse estudo para a formulação controle, enquanto nas linguças frescas que foram adicionadas 2 e 4% de extrato de jabuticaba apresentaram uma contaminação de 7,8 e 7,7 Log UFC/g, respectivamente no oitavo dia de armazenamento, indicando um poder antimicrobiano inferior aos do extrato do jamelão estudados na presente pesquisa (6).

## **Conclusão**

É possível concluir que os resíduos de jamelão (casca e semente) incorporados na forma de farinha ou de extrato impactaram positivamente na estabilidade microbiológica de linguças frescas, sendo assim, sugere-se para trabalhos futuros a avaliação da associação desses resíduos com os conservantes normalmente utilizados pela indústria para verificar uma possível ação sinérgica entre eles resultando na redução da quantidade de aditivos sintéticos normalmente utilizados pela indústria de alimentos.

## **Referências Bibliográficas**

1. CAO, C. *et al.* Effect of ultrasound-assisted enzyme treatment on the quality of chicken breast meat. **Food and Bioproducts Processing**, v. 125, p. 193-203, 2021. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960308520305575>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
2. LEAL, D. Crescimento da alimentação fora do domicílio. **Segurança Alimentar e Nutricional**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 123–132, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634806>>. Acesso em: 20 jun. 2021.



3. ALMEIDA, G. C. *et al.* Pesquisa de *Salmonella* spp. e *Staphylococcus* spp. em linguiça fresca de frango adquirida no comércio varejista de São Bento do Sul-SC. **Revista Eletrônica Biociências, Biotecnologia e Saúde**, Curitiba, n.15, p.137-139, 2016.
4. RAEISI, M. *et al.* Effect of sodium alginate coating incorporated with nisin, *Cinnamomum zeylanicum*, and rosemary essential oils on microbial quality of chicken meat and fate of *Listeria monocytogenes* during refrigeration. **International Journal of Food Microbiology**, v. 238, p. 139-145, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160516304548>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
5. OLIVEIRA, F. S. **Atividade antioxidante e antimicrobiano de óleos essenciais aplicados na conservação de linguiça fresca de frango**. Dissertação (Produção Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2017. Disponível em: <[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/NCAPARYMHG/1/disserta\\_\\_o\\_francielly\\_s\\_ouares\\_oliveira.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/NCAPARYMHG/1/disserta__o_francielly_s_ouares_oliveira.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2021.
6. BALDIN, J. C. **Avaliação do potencial antimicrobiano e antioxidante do extrato de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) microencapsulado adicionado em linguiça fresca e mortadela**. Tese (Ciências da Engenharia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74132/tde-03052016-082922/pt-br.php>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
7. CORRÊA, A. A. A *et al.* Potencial antimicrobiano de metabólitos de *Syzygium cumini* (Jamelão). **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, Minas Gerais, v. 10, n. 1, p. 2080-2086, 2018.
8. RAMOS, L. M. M. **Atividade antimicrobiana do extrato das folhas do *Syzygium Cumini* (jamelão)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Tecnólogo de Alimentos) – Instituto Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/bitstream/123456789/1474/1/Lorena%20de%20Melo%20Menezes%20Ramos.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2021.



9. BOROSKI, M. *et al.* **Antioxidantes: Princípios e métodos analíticos**. 1ª edição. Curitiba: Editora Appris, 2015.
10. LI, J. E. *et al.* Total flavonoids content, antioxidant and antimicrobial activities of extracts from *Mosla chinensis* Maxim. cv. Jiangxiangru. **Food Science and Technology**, v. 64, n. 2, p. 1022-1027, 2015.
11. NIKAIDO, H; VAARA, M. Molecular basis of bacterial outer membrane permeability. **Microbiological Reviews**, v. 49, n. 1, p. 1-32, 1985.
12. SCHERRER, R.; GERHARDT, P. Molecular sieving by the *Bacillus megaterium* cell wall and protoplast. **Journal of Bacteriology**, v.107, n. 3, p. 718-735, 1971.  
Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC246993/pdf/jbacter00370-0144.pdf>.  
Acesso em: 21 jun. 2021.
13. BOEIRA, C. P. **Avaliação do potencial antioxidante e antimicrobiano de extratos de marcela (*Achyrocline satureioides*) e capim limão (*Cymbopogon citratus*) e aplicação em linguiça frescal**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/14217>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
13. BRASIL. Instrução Normativa Nº 60, de 23 de Dezembro de 2019. Padrões Microbiológicos Para Alimentos Prontos Para Oferta Ao Consumidor. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília-DF, n. 249, p. 133-139, 26 dez. 2019.
14. TERRA, N. N; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados: Técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, p. 121, 1988.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos que possibilitou a dedicação integral a pesquisa de graduação.





## **Avaliação do teor de lactose em leites ultrapasteurizados declarados zero lactose comercializados no município de Erechim - RS**

**\*Leonardo Souza da Rosa<sup>1</sup>; Rachel Milaeli Fernandes Guerrato<sup>2</sup>.**

**Resumo:** Esse trabalho teve como objetivo avaliar o teor de lactose em leites ultrapasteurizados declarados zero lactose comercializados em Erechim – RS. Para tanto, em setembro de 2021 e fevereiro de 2022 foram coletadas aleatoriamente duas amostras de diferentes marcas de leite ultrapasteurizado zero lactose, as quais foram analisadas em relação aos parâmetros lactose, proteína, sais minerais, extrato seco desengordurado (ESD), acidez, fosfatase alcalina e peroxidase. Os parâmetros lactose, ESD, proteína, sais minerais foram determinados em analisador ultrassônico (US), utilizando-se 20 mL de cada amostra com temperaturas entre 20 e 25°C. O parâmetro acidez foi quantificado segundo metodologia proposta por Brasil, 2017. O tratamento estatístico foi efetuado pelo Software Bioestat 5,3. Os resultados indicaram a existência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes marcas em relação a todos os parâmetros analisados. Os valores médios encontrados na marca X foram: ESD ( $9,57\% \pm 0,05$ ), lactose ( $0,110 \text{ mg. } 100 \text{ mL}^{-1} \pm 0,002$ ) e proteína ( $3,51\% \pm 0,02$ ), acidez ( $0,15 \pm 0,002$ ) e sais minerais ( $0,79\% \pm 0,002$ ). Nas duas amostras analisadas não foram verificados indícios de adulterações provenientes da aplicação do tratamento térmico no leite UHT, visto que as enzimas fosfatase alcalina e peroxidase não foram detectadas em nenhuma das amostras. Mediante estes resultados, concluiu-se que, a amostra X apresentou teores de lactose acima do valor estabelecido pela legislação vigente ( $120 \text{ mg. } 100 \text{ mL}^{-1}$ ), não garantindo um produto nutricionalmente seguro aos portadores de intolerância à lactose.

**Palavras-chave:** Intolerância. Lactase. Leite UHT. Qualidade. Zero Lactose.

### **Introdução**

---

<sup>1</sup>Doutor em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Erechim.

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Erechim.

E-mail para a correspondência: leonardo.souza@erechim.ifrs.edu.br





O leite e seus derivados merecem destaque por constituírem um grupo de alimentos de grande valor nutricional, uma vez que são fontes consideráveis de proteínas de alto valor biológico, além de conterem vitaminas e minerais, podendo ser considerado um alimento de elevada densidade nutritiva, uma vez que apresenta grande concentração de nutrientes em relação ao seu teor calórico (1; 2).

Além disso, o leite e alguns de seus derivados são as únicas fontes dietéticas de lactose. No entanto, diante de todas as vantagens nutricionais do leite, salienta-se que cerca de 65% da população adulta mundial não apresentam capacidade de digerir a lactose na fase adulta da vida, tornando-se intolerantes a lactose.

A lactose (Galactose  $\beta$ -1,4 glucose) é um dissacarídeo formado pelos monossacarídeos glicose do sangue do tecido mamário do animal que se isomeriza em galactose, ligados através do grupo aldeído (C-1) da galactose ao carbono C-4 da glicose, formando a ligação glicosídica (1,4) (3; 4).

A recomendação dietética para indivíduos com intolerância à lactose é a redução ou exclusão de alimentos que contenham leite. Mas a restrição no consumo de leite e lácteos deve ser considerada no contexto de saúde pública, visto que o leite representa uma importante fonte de macro e micronutrientes na dieta de adultos, especialmente cálcio, fósforo, proteínas de alto valor nutricional, ácido linoleico conjugado e vitaminas B2 e B12 (5).

Baseando-se nesse contexto, a indústria de laticínios vem realizando a hidrólise enzimática da lactose e ofertando produtos com teor reduzido ou isentos de lactose. Esta hidrólise é o método preferencialmente escolhido por ser mais seguro do ponto de vista de saúde pública, não promovendo modificações nas concentrações dos demais constituintes do leite, não gerando subprodutos outros que não os monossacarídeos glicose e galactose, normalmente liberados no processo de digestão fisiológica do leite (6).

A lactase, enzima utilizada para a quebra da lactose, é o nome comum dado a enzima  $\beta$ -D-galactosidase, uma hidrolase que separa a lactose em  $\beta$ -D-galactose e  $\alpha$ -D-glicose (6).

No entanto, os leites com teores reduzidos ou isentos de lactose somente são recomendados para indivíduos que apresentam essa patologia, assim, a sinalização desta informação no rótulo se faz necessária. Sabendo disto, a rotulagem de alimentos, cuja formulação é elaborada para públicos com algum tipo de restrição alimentar deve seguir os



parâmetros publicados no Regulamento Técnico para fixação de identidade e quantidade de alimentos para fins especiais (7).

Os alimentos para dietas com restrição em lactose são classificados como: alimentos isentos de lactose, onde estão incluídos os alimentos para dietas com restrição de lactose que contêm quantidade de lactose igual ou menor a 100 (cem) miligramas por 100 (cem) gramas ou mililitros do alimento pronto para o consumo, de acordo com as instruções de preparo do fabricante; alimentos com Baixo teor de lactose, os quais contêm quantidade de lactose maior que 100 (cem) miligramas por 100 (cem) gramas ou mililitros e igual ou menor do que 1 (um) grama por 100 (cem) gramas ou mililitros do alimento pronto para o consumo, de acordo com as instruções de preparo do fabricante (7).

Segundo a RDC Nº135/2017, os fabricantes deverão empregar nos rótulos dos alimentos com restrição a lactose a declaração: "isento de lactose", "zero lactose", "0% lactose", "sem lactose" ou "não contém lactose", ou "baixo teor de lactose, próxima à denominação de venda do alimento". Os teores dos monossacarídeos presentes, resultantes da hidrólise da lactose devem ser declarados em gramas e sem o percentual do valor diário, abaixo de carboidratos, na tabela de informação nutricional (7).

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo avaliar o teor de lactose de leites ultrapasteurizados declarados zero lactose comercializados no município de Erechim – RS.

## **Material e Métodos**

Nos meses de setembro de 2021 e fevereiro de 2022, foram coletadas aleatoriamente em estabelecimentos comerciais localizados na cidade de Erechim – RS duas amostras de leite UHT zero lactose Integral, correspondentes a duas diferentes marcas, totalizando quatro amostras. A coleta das amostras foi realizada considerando-se como critério de seleção a integridade física, hermeticidade e conformação das embalagens. As amostras coletadas foram mantidas em temperatura ambiente e transportadas em caixas isotérmicas até o Laboratório de Análises Físico-químicas do Leite do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Erechim, onde foram codificadas com as letras X e Y, homogêneas por inversão e destinadas para execução das determinações analíticas físico-químicas indicativas de requisitos de qualidade e composição do leite UHT zero lactose.



Os parâmetros gordura e proteína foram determinados em triplicata em analisador ultrassônico (Lactoscan da marca Milkotronic e modelo SP), utilizando-se vinte e dois mL de cada uma das amostras com temperaturas entre 20°C e 25°C.

Os procedimentos de limpeza do analisador ultrassônico foram realizados com frequência diária, sempre que o equipamento indicasse a necessidade de realização desta prática. Nestes casos, efetuou-se a circulação interna de água destilada com temperatura entre 25°C e 30°C, durante cinco ciclos. A seguir iniciavam-se cinco ciclos de limpeza com solução alcalina. Ao término do dia, a circulação era realizada com solução ácida. A eficiência de limpeza foi realizada através da observação visual da existência de uma aparência translúcida, característica da água destilada.

As determinações físico-químicas de extrato seco desengordurado (ESD) e acidez foram realizadas em triplicata a partir da metodologia proposta pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (8).

As análises do teor de lactose, sais minerais, proteína e gordura foram executadas no Analisador Ultrassônico. Primeiramente, foi pipetado aproximadamente 22 mL de amostra no porta-amostras, que logo após, foi introduzido no sugador do aparelho e escolhido o modo de trabalho específico para leite UHT.

Nos testes enzimáticos de Fosfatase Alcalina e Peroxidase, foi efetuado o teste rápido de tira reativa da Cap-Lab.

Todas as determinações descritas acima foram realizadas em triplicata. O tratamento estatístico dos dados foi efetuado segundo o Software Bioestat 5.3, a comparação entre as médias foi realizada no módulo de Análise de Variância Univariada (ANOVA), através do teste de Tukey a 5,0% de probabilidade de erro ( $p < 0,05$ ). Os diferentes tempos amostrais foram comparados entre si no módulo de Análise de Variância Multivariada (MANOVA).

## **Resultados e Discussão**

Os resultados das determinações analíticas físico-químicas do leite UHT zero lactose integral correspondentes às diferentes marcas avaliadas estão descritos na tabela 1, onde se observa que as variações verificadas nos valores experimentais do parâmetro lactose estão em conformidade com os valores de referência definidos pelo regulamento técnico de identidade e Qualidade do Leite UHT e regulamento técnico de identidade e Qualidade do Leite Cru e refrigerado.



Os resultados encontrados para o parâmetro lactose (tabela 1), demonstram a existência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os valores experimentais encontrados nas distintas amostras e nos diferentes meses amostrados, observando-se que a amostra X apresentou no mês de Setembro, valores acima do limite estabelecido pela legislação vigente, constatando-se também que em ambas as marcas X e Y foram encontradas variações significativas às quais sugerem a necessidade de ajustes dos parâmetros de processo (pH, tempo de reação e concentração da enzima responsável pela hidrólise enzimática).

Este fato é de extrema relevância para os portadores de intolerância, pois a única garantia que o consumidor tem de que o leite está deslactosado é a informação declarada pelo fabricante no rótulo, porém se essa informação não for verídica, a pessoa com intolerância irá desencadear os sintomas da má digestão de lactose, como dor abdominal, distensão intestinal, flatulência, diarreia dentre outros.

Quando tal situação ocorre, o consumidor acaba não hidrolisando a lactose presente no leite UHT, ocorrendo retenção de água (pela pressão osmótica do intestino) e, ao chegar no intestino grosso, a lactose acaba sendo metabolizada por microrganismos produtores de gases causando desconforto abdominal (6).

A hidrólise enzimática é o método que as indústrias produtoras de leite UHT com zero lactose ou baixo teor de lactose geralmente preferem por ser mais seguro para a saúde pública, por não alterar as concentrações dos outros constituintes e não gerar subprodutos, com exceção da glicose e da galactose (9).

Em relação ao parâmetro proteína, os resultados demonstram a existência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os valores experimentais encontrados nas distintas amostras e nos diferentes meses amostrados. As duas (100%) amostras analisadas nos diferentes meses de estudo, indicam que os valores obtidos variaram entre 3,2 e 3,7 (g. 100 g<sup>-1</sup>), todos superiores ao parâmetro adotado como padrão para o leite cru e refrigerado (10). Reis et al. (11) e Molina et al. (12) também relataram ter todas as amostras dentro do valor estabelecido em legislação.

Os valores observados na tabela 2 para o extrato seco desengordurado correspondem ao somatório dos componentes do leite, excluindo-se a água e a gordura. Sua diminuição indica possível redução no teor dos sólidos do leite, principalmente das proteínas, fato não verificado no presente estudo, visto que 100% das amostras apresentaram teores superiores

a 3,2 (g. 100 g<sup>-1</sup>). No estudo de avaliação da qualidade do leite UHT, Silva et al. (13) também encontrou todas as amostras com resultados de ESD acima do limite da legislação vigente.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos quantitativos

Parâmetros	Marcas	Meses		Valores Padrões ou Referências
		Setembro <sup>1</sup>	Fevereiro <sup>2</sup>	
Lactose (mg. 100 mL <sup>-1</sup> )	X	120,0 <sup>Ac</sup> ±0,002	100,0 <sup>Bd</sup> ±0,000	Máximo 100 (mg. 100 mL <sup>-1</sup> ) <sup>5</sup>
	Y	0,00 <sup>Ac</sup> ±0,000	0,00 <sup>Ac</sup> ±0,000	
Proteína (%)	X	3,61 <sup>Ac</sup> ±0,03	3,42 <sup>Ade</sup> ±0,00	Mínimo 2,9 (g. 100 g <sup>-1</sup> ) <sup>4</sup>
	Y	3,72 <sup>Ac</sup> ±0,02	3,26 <sup>Ae</sup> ±0,17	
ESD (%)	X	9,83 <sup>Ac</sup> ±0,08	9,32 <sup>Ad</sup> ±0,02	Mínimo 8,2 (g. 100 g <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup>
	Y	10,53 <sup>Ac</sup> ±0,06	9,15 <sup>Ae</sup> ±0,01	
Sais Minerais (%)	X	0,796 <sup>Ae</sup> ±0,005	0,800 <sup>Ad</sup> ±0,000	0,6 a 0,8 (g. 100 g <sup>-1</sup> ) <sup>5</sup>
	Y	0,856 <sup>Ac</sup> ±0,005	0,850 <sup>Ac</sup> ±0,000	
Acidez (g de ácido láctico.100 mL <sup>-1</sup> )	X	0,15 <sup>Ac</sup> ±0,005	0,15 <sup>Ac</sup> ±0,000	0,14 a 0,18 (g de ácido láctico.100 mL <sup>-1</sup> ) <sup>4</sup>
	Y	0,14 <sup>Ad</sup> ±0,005	0,14 <sup>Ad</sup> ±0,000	

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: ESD: Extrato Seco Desengordurado; A, B: Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si (p > 0,05); c, d, e: Médias com letras iguais na mesma coluna para os mesmos parâmetros, não diferem significativamente entre si (p > 0,05);

<sup>1</sup> 2021; <sup>2</sup> 2022; <sup>3</sup> (14); <sup>4</sup> (10); <sup>5</sup> (15).

Em relação à acidez titulável determinada nas diferentes marcas, os valores variaram entre 0,14 e 0,15 g de ácido láctico/100 mL, indicando que 100% das amostras apresentaram valores em conformidade com os padrões estabelecidos para o leite UHT. Sugerindo ainda que as amostras avaliadas foram provenientes de leite cru e refrigerado obtido em condições higiênico-sanitárias adequadas e mantido sob condições de refrigeração apropriada. Bastos et al. (16) e Silva et al. (13) também encontraram 100% das amostras de leite analisadas com acidez de acordo com o que determina a legislação.

Resíduos de antibióticos do grupo β-Lactâmicos e Tetraciclina não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas, corroborando as respostas encontradas por Silva et al.





(17), que, ao analisarem a presença de antibióticos em leite UHT, encontram 100% das amostras com resultados negativos. Freitas et al. (18) em estudo realizado Pato de Minas – MG, testou 750 amostras e obteve resultados semelhantes.

Estes resíduos, mesmo detectados em níveis baixos, podem causar problemas à saúde dos consumidores, tais como a seleção de cepas bacterianas resistentes, desequilíbrio da microbiota intestinal, efeitos teratogênicos, reações de hipersensibilidade.

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos qualitativos

Parâmetros	Marcas	Meses		Valores Padrões ou Referências
		Setembro <sup>1</sup>	Fevereiro <sup>2</sup>	
Fosfatase	X	Negativo	Negativo	Negativo <sup>3</sup>
Alcalina	Y	Negativo	Negativo	
Peroxidase	X	Negativo	Negativo	Negativo <sup>3</sup>
	Y	Negativo	Negativo	

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: <sup>1</sup> 2021; <sup>2</sup> 2022; <sup>3</sup> (10).

O uso de indicadores enzimáticos para avaliar o grau de tratamento térmico do leite assume fundamental importância como um indicativo de processo de obtenção do leite cru e refrigerado, pois o tratamento térmico pode vir a ser aplicado para inibir o desenvolvimento microbiano (19). Nas amostras analisadas correspondentes aos diferentes meses do ano, não foram verificados indícios de adulterações provenientes da aplicação do tratamento térmico no leite UHT, visto que as enzimas fosfatase alcalina e peroxidase não foram detectadas em nenhuma das amostras (10).

Além disso, também foi verificado se o teor de lactose presente nas amostras de Leite UHT estava em consonância com a denominação “zero lactose”. Os resultados indicaram que uma das marcas (50%) apresentou teores de lactose superiores a 100 (mg. 100 mL<sup>-1</sup>), corroborando também os resultados obtidos por Lima et al. (20), em estudo que avaliou a rotulagem de leite UHT zero lactose e não foram identificadas não conformidades.



## Conclusão

Mediante os resultados obtidos concluiu-se que nos meses de setembro de 2021 e fevereiro de 2022, uma das marcas de leite ultrapasteurizado zero lactose integral não atendeu a totalidade dos requisitos mínimos de qualidade, apresentando teores de lactose acima do valor estabelecido pela legislação vigente (120 mg. 100 mL<sup>-1</sup>). Desta forma, percebe-se que os parâmetros mínimos de qualidade do leite UHT zero lactose, estabelecidos pela legislação vigente não são suficientes para garantir um produto nutricionalmente seguro aos portadores de intolerância à lactose. Neste cenário, é de fundamental importância a realização de ações integradas e imediatas envolvendo o Ministério da Saúde, o Serviço de Inspeção de Produtos de origem Animal e as indústrias de laticínios, visando proteger a saúde dos consumidores, ofertando um leite UHT que atenda aos requisitos de inocuidade e qualidade.

## Referências Bibliográficas

1. BELOTI, V. *et al.* **Leite: Obtenção, Inspeção e Qualidade**. Edição 1. Londrina: Editora Planta, 2015.
2. DREWNOWSKI, A. The nutrient rich foods index helps to identify healthy, affordable foods. **The American Journal of Clinical Nutrition**. Estados Unidos, v. 4, n. 4, p. 1095S-1101S, 2010.
3. ANDRADE, A, C. **Estudo da fermentação simultânea à hidrólise de soro de queijo utilizando lactase e a *Saccharomyces cerevisiae***. 2015. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.
4. DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. Edição 5. Santa Catarina: Artmed Editora, 2018.
5. MUNIZ, L. C. *et al.* Consumo de leite e derivados entre adultos e idosos no Sul do Brasil: um estudo de base populacional. **Ciência e Saúde Coletiva**. Pelotas, v. 18, n. 12, p. 3515-3522, 2013.



6. FAEDO, R. Obtenção de leite com baixo teor de lactose por processos de separação por membranas associadas à hidrólise enzimática. **Revista CIATEC**. Passo Fundo, v. 3, n. 1, p. 44-54, 2013.
7. RDC - Resolução da Diretoria Colegiada. Resolução RDC nº 135/2017. Estabelece o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os alimentos para dietas com restrição de lactose. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 29, p. 44, 9 fev. 2017.
8. MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem**. Edição 2. Brasília: MAPA, 2019. 158 p.
9. ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Brasil Dairy Trends 2020**: tendência do mercado de produtos lácteos. Edição 1. Campinas: Ital, 2017. 343 p.
10. IN – Instrução Normativa. IN nº 76/2018. Estabelece o regulamento técnico referente a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 230, p. 9, 30 nov. 2018.
11. REIS, E. M. B. *et al.* Diagnóstico de propriedades leiteiras e fatores associados à qualidade higiênico sanitária do leite. **Revista Pubvet**. Lavras, v. 14, n. 2, p. 1-15, 2020.
12. MOLINA, C. H. A. *et al.* Qualidade do leite cru comercializado informalmente no município de Itaqui-RS. **Revista Visa em Debate**. Pampa, v. 3, n. 14, p. 106-113, 2015.
13. SILVA, P. A. *et al.* Qualidade do leite UHT comercializado em Campos Gerais, MG. **Revista Universidade Vale Rio Verde**. Três Corações, v. 13, n. 2, p. 415-423, 2015.
14. RTIQ - Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do Leite UHT. **Portaria MAPA nº370/1997**. Dispõe Fixar a identidade e as características mínimas que deverá obedecer o leite UHT (UAT). Brasília: MAPA, 1997. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/09/1997&jornal=1&pagina=52&totalArquivos=160>. Acesso em: 31 mar. 2022.



15. IN – Instrução Normativa. IN nº 75/2020. Estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional dos alimentos embalados. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, n. 195, p. 113, 8 out. 2020.
16. BASTOS, L. R. *et al.* Conformidade de leite cru refrigerado de unidades de produção familiares do sul do Espírito Santo. **Ciência Animal Brasileira.** Goiânia, v. 19, n. 51393, p. 1-13, 2018.
17. SILVA, J. O. L. *et al.* Detecção de resíduos de antibióticos de leite UHT e leite in natura comercializado de forma informal em feiras e em mercados no município de Rolim de Moura – RO. **Revista Research, Society and Development.** Rondônia, v. 11, n. 2, p. 1-11, 2022.
18. FREITAS, C. R. *et al.* Análise da ocorrência de resíduos de antibióticos em leite proveniente de propriedades em Patos de Minas –MG. **Revista Agroveterinária, Negócios e Tecnologias.** Coromandel, v. 2, n. 2, p. 8-25, 2017.
19. BYLUND, G. **Dairy Processing Handbook 2022.** Edição 1. Estados Unidos: Editora Tetra Pak, 2012. 480 p.
20. LIMA, T. L. *et al.* Avaliação da Rotulagem de leite UHT “zero lactose” Comercializado na Cidade de Natal/RN. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição.** Rio Grande do Norte, v. 12, n. 1, p. 116-130, 2021.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à FAPERGS pela concessão do recurso financeiro para execução do projeto.



## **Avaliação físico-química e microbiológica de méis produzidos e comercializados na região de Bagé-RS**

**Mariana Soares Marques\*<sup>1</sup>; Silas Haesbaert Fagundes<sup>2</sup>; Stela Maris Meister Meira<sup>3</sup>; Roger Junges da Costa<sup>4</sup>**

**Resumo:** O mel é um produto que provém do néctar de plantas ou partes dela que as abelhas recolhem e transformam, sendo rico em açúcares e possui uma ligação antiga com a humanidade, sendo associado a uma imagem de produto natural e saudável. Por ser um produto de fácil acesso e adulteração, podendo haver ocorrências de contaminações e adição de substâncias ou soluções estranhas, torna-se importante estabelecer parâmetros para que sua qualidade seja preservada. Nesse sentido, o presente estudo objetivou avaliar as características físico-químicas e microbiológicas dos méis produzidos e comercializados na região de Bagé/RS e, para tanto, foram realizadas as análises de umidade, cinzas, sólidos solúveis totais (SST), acidez, pH, reação de lugol, reação de Fiehe, bolores e leveduras, *Salmonella* e *Escherichia coli* em um total de sete amostras, identificadas de A a G. A partir dos resultados, foi possível observar que as amostras E, F e G apresentaram valores acima do limite estabelecido pela legislação na análise de umidade, sendo correlacionados com os menores valores de SST e a presença de bolores e leveduras nas amostras D e E. Em relação a acidez e cinzas, todas as amostras apresentaram valores em acordo com a legislação. As amostras A, D e G apresentaram resultado positivo na reação de lugol e a amostra C positivou na reação de Fiehe. Em todas as amostras analisadas, foi verificada a ausência de *Salmonella* e contagem de *Escherichia coli* abaixo do limite de detecção. Portanto, percebe-se a importância das análises para a profissionalização e padronização deste produto, tornando-o apto para suprir as demandas do mercado e proteger o consumidor, garantindo o fornecimento de um produto que atenda a legislação vigente.

**Palavras-chave:** Análises. Legislação. Mel. Parâmetros. Qualidade.

### **Introdução**

Entende-se por mel, de acordo com a Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o produto

---

<sup>1</sup>Tecnóloga em Alimentos, IFSul campus Bagé.

<sup>2</sup>Tecnólogo em Alimentos, IFSul campus Bagé.

<sup>3</sup>Professora, IFSul campus Bagé.

<sup>4</sup>Professor, IFSul campus Bagé.

E-mail para a correspondência: marysoaresmarques@gmail.com





alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre as partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (1).

De maneira geral, o mel é uma substância viscosa, rica em açúcares e em nutrientes, tendo aroma e sabor característicos e cor variando do amarelo ao amarelo avermelhado, com menor quantidade de minerais, ácidos orgânicos, proteínas e vitaminas, sendo obtido através da criação racional das abelhas (2). Seus componentes podem variar dependendo da flora apícola e das condições climáticas (3).

O mel é um dos alimentos mais antigos ligados à história humana e sempre atraiu a atenção do homem devido sua importância para a saúde e, especialmente, pelas características adoçantes, além de ser um produto de fácil acesso aos consumidores em todo o país, devido à diversidade da flora, extensão territorial e variedade climática (4). Por isso, a busca por rigorosos critérios é essencial para atender a um mercado consumidor cada vez mais exigente, o que torna ainda mais necessária a garantia da qualidade e da segurança desse alimento (5).

O mel e os produtos provenientes das abelhas estão associados a uma imagem de produto limpo, natural e saudável (6). Segundo a IN nº 11 do MAPA, o mel não deve conter nenhum tipo de substância estranha na sua composição original e a adição de qualquer tipo de produto ou substância ao mel é expressamente proibida (1). Por isso, o controle de qualidade da produção do mel é muito importante, tornando-se indispensável o atendimento das boas práticas de fabricação (7). Por isso, as análises físico-químicas e microbiológicas devem ser realizadas para verificar a presença de possíveis fraudes e as condições higiênico-sanitárias do produto.

Diversos parâmetros físico-químicos vêm sendo utilizados na caracterização do mel a fim de comparar os resultados obtidos com o padrão regulamentado por instituições presentes no país (4). Por ser um alimento complexo e de fácil adulteração com açúcares ou xaropes, é necessário que sejam feitas algumas análises para a determinação da sua qualidade para que seja comercializado (8).

No caso das análises microbiológicas, estas apresentam grande relevância devido ao fato de fornecer grandes informações a respeito da possível presença de patógenos,



ocorrência de contaminação de origem fecal, potencial de deterioração de um alimento e indicar condições sanitárias insatisfatórias durante a produção, processamento ou armazenamento (9).

Devido ao crescimento da apicultura, faz-se cada vez mais necessário o controle e fiscalização da qualidade do mel. Assim, o presente estudo se justifica devido a importância das análises que podem fornecer aos produtores e às indústrias informações que os auxiliarão no atendimento aos padrões exigidos pela legislação e a adequação ao mercado e suas demandas específicas. Além disso, tem como objetivo avaliar a qualidade do mel a partir das características físico-químicas e microbiológicas de amostras de méis da região de Bagé/RS e correlacioná-las com os padrões exigidos na legislação brasileira vigente.

## **Material e Métodos**

As amostras de méis, foram obtidas através de 7 apicultores que produzem e comercializam seus produtos na região de Bagé/RS, as quais encontravam-se em embalagens plásticas, totalmente fechadas, sendo que algumas estavam cristalizadas e outras não. As amostras foram encaminhadas aos Laboratórios de Microbiologia e Bromatologia do IFSul campus Bagé, onde foram nomeadas alfabeticamente, armazenadas ao abrigo da luz, calor e umidade, até a conclusão das análises.

As análises físico-químicas de sólidos solúveis totais (SST), umidade, lugol e fiehe foram realizadas somente uma vez e as demais em duplicata utilizando-se dos materiais e equipamentos disponíveis e observando os métodos de análises de alimentos (10), juntamente com as análises microbiológicas (11).

## **Resultados e Discussão**

Os resultados obtidos das análises microbiológicas e físico-químicas foram compilados, organizados e tratados e podem ser observados nas Tabelas 1 e 2. Estes valores foram comparados com a legislação vigente a fim de identificar quais amostras estão de acordo com o que preconiza o MAPA, além de comparar com estudos encontrados na literatura.

Tabela 1 – Resultados das análises microbiológicas realizadas em amostras de méis.



Análise/Amostr a	A	B	C	D	E	F	G
Bolores e Leveduras (UFC/g)	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>2</sup>	3x10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
<i>E. coli</i> (UFC/g)	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella</i> spp. em 25 g	Ausent e	Ausent e	Ausent e	Ausent e	Ausent e	Ausent e	Ausent e

Fonte: Dos autores, 2021.

Apesar de não haver padrões microbiológicos estabelecidos para o mel em nenhuma legislação brasileira, a maioria dos resultados obtidos nas análises microbiológicas, observados na Tabela 1, podem ser considerados aceitáveis quando comparados com os resultados encontrado na literatura. As amostras D e E encontraram-se em desacordo com a literatura e outros trabalhos discutidos (valor tolerável de < 1,0x10<sup>2</sup> UFC/g) referentes a análise de bolores e leveduras (1).

Os bolores e leveduras podem estar espontaneamente presentes no mel, mas só podem se desenvolver em condições adequadas de temperatura e umidade, acelerando a fermentação do produto (12). Isso pode ser justificado pelo fato da maioria dos apicultores muitas vezes não obedecerem ao que é recomendado pelas Boas Práticas Apícolas, comprometendo assim a qualidade sanitária do mel (7).

As amostras apresentaram ausência de micro-organismos patogênicos que pode ser explicada pela acidez do mel, pois ela inibe o crescimento dos micro-organismos, mesmo a taxa de umidade estando elevada (13), o que pode ser comprovado pelos resultados apresentados pelas análises de *Escherichia coli* e *Salmonella* spp.

Os resultados das análises para *E. coli* foram abaixo do nível de detecção da técnica, o que demonstra que a maioria dos méis em questão estão de acordo com o que é preconizado pelas legislações vigentes para outros alimentos. Essa análise é usada como um indicador de que houve contaminação fecal recente ou processamento pouco higiênico (14).

O mel não é um substrato comum para *Salmonella* spp., porém quando presente pode estar associada ao hábito forrageiro da espécie ou à presença de inquilinos que estão contaminados na colmeia (15). Dessa forma, os resultados obtidos demonstraram que todas as amostras estão de acordo com os padrões microbiológicos para alimentos em geral, os quais estabelecem ausência deste patógeno em 25 g do produto (16).

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas podem ser observados na Tabela 2, disposta a seguir.

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas realizadas em amostras de méis.

Análise/Amostra	A	B	C	D	E	F	G
Umidade (%)	18	18	19	18	21	21,5	23
SST (°Brix)	79,5	80	79,5	80,5	77	77	75
Acidez (meq/kg)	51	60,5	50,8	68,9	70,8	82	97,1
pH	4,49	4,58	4,62	4,07	4,44	4,53	3,97
Cinzas (%)	0,34	0,23	0,22	0,06	0,14	0,13	0,03
Reação de Lugol	P	N	N	P	N	N	P
Reação de Fiehe	N	N	P	N	N	N	N

Fonte: Dos autores, 2021.

Legenda: P = positivo. N = negativo.

A legislação vigente estabelece o limite máximo de 20% de umidade em méis (1) e as amostras E, F e G apresentaram valores acima deste limite, (sendo eles 21%, 21,5% e 23%, respectivamente), portanto, encontram-se em desacordo com a legislação.

Tais valores podem revelar que o mel foi colhido antes de ficar maduro, armazenado em condições inadequadas ou sofreu adição de água, indicando um processamento indevido, tornando o produto propício à fermentação indesejada (17). Estes valores elevados de umidade podem ser correlacionados com os menores valores de sólidos solúveis totais (SST) observados nas mesmas amostras e com a presença de bolores e leveduras apresentada pela amostra E.

Apesar de a legislação não exigir a análise de SST, ela foi realizada para enriquecer o trabalho com mais resultados e, devido ao mel ser composto principalmente por carboidratos, a análise de SST é um importante indicador da composição de açúcares do produto (18).

A média dos valores encontrados foi de 78,4°Brix e representa o índice de refração. A variação observada está relacionada com o clima, a origem floral e o local de origem do mel que possuem grande influência nas propriedades finais do produto (19).

Em relação aos valores de acidez, obtidos pela análise de acidez titulável, a legislação impõe o limite máximo de 50 meq/kg e as amostras analisadas apresentaram valores em acordo com o previsto na legislação, sendo o menor valor para a amostra C (25,4 meq/kg) e o maior para a amostra G (48,5 meq/kg), portanto, se enquadrariam nas normas de qualidade para o mercado consumidor.



Valores de acidez elevados podem estar relacionados a características próprias do mel da região e à composição do néctar das flores colhido pelas abelhas, no entanto, valores excessivamente elevados, podem indicar proliferação microbiana e possível fermentação (20). A origem da acidez deve-se à variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-oxidase, das bactérias durante a maturação do mel e a quantidade de minerais presentes no mel (8).

Com relação aos valores de pH, eles apresentaram variação entre 3,97 e 4,62 com média de 4,39, e a Instrução Normativa nº 11 de outubro de 2000 do MAPA, que estabelece os padrões de identidade e qualidade do mel, não define valores mínimos ou máximos de pH, portanto, esta análise não é obrigatória, mas a determinação desse parâmetro é útil para aferir a qualidade do produto (1).

Conforme dados da literatura, em geral, o pH do mel varia de 3,6 a 4,2, sendo considerado um produto ácido (21). As amostras D e G obtiveram os valores dentro dessa faixa, sendo 4,07 e 3,97, respectivamente, e as outras amostras apresentaram valores entre 4,44 e 4,62.

O valor de pH pode estar diretamente relacionado com a composição florística nas áreas de coleta, uma vez que o pH do mel pode ser influenciado pelo pH do néctar, além das diferenças na composição do solo ou a associação de espécies vegetais para a composição final do mel (22). Além disso, ele é importante porque influencia na velocidade de formação do hidroximetilfurfural (HMF), sendo recomendado que seu valor se mantenha abaixo de 4 (21).

Pelo regulamento do MAPA (1), o valor permitido para teores de cinzas é de até 0,6% na amostra e, como pode ser verificado na Tabela 2, todas as amostras apresentaram valores que ficaram dentro do permitido, qualificando-os como mel para consumo, referente ao indicador de pureza. A média obtida na análise de cinzas foi de 0,16%.

O teor de minerais no mel é relacionado com o tipo de solo (8) e, como pode ser observado perante os resultados apresentados, podemos atribuir a diferença nos valores, correspondendo às diferentes localidades de onde as amostras foram coletadas.

Na reação de lugol, 3 (A, D e G) das 7 amostras apresentaram resultado positivo, representando 42,9% das amostras. Esse resultado indica que o produto pode ter sido adulterado com amido (4).





Apenas uma amostra (C) apresentou resultado positivo para a reação de Fiehe, indicando níveis elevados de hidroximetilfurfural (HMF), possivelmente acima de 200mg/kg, sendo que o máximo permitido pela legislação é de 60mg/kg de mel (21).

A presença de alto teor de HMF é um indicador de adulteração com açúcar comercial, estocagem inadequada ou superaquecimento. Além disso, sua presença está relacionada com os valores de pH encontrados nas amostras já que este influencia na velocidade de formação do HMF (8).

## **Conclusão**

Através das análises realizadas, foi possível verificar alguns parâmetros de qualidade dos méis produzidos na região de Bagé-RS. Algumas amostras apresentaram resultados acima do determinado pela legislação nas análises de bolores e leveduras, umidade, reação de lugol e reação de Fiehe, tornando o mel impróprio para comercialização e consequentemente, para o consumo.

Ressalta-se a importância da observação dos valores obtidos que se encontram em desacordo com o previsto na legislação, para que, a partir destes resultados, sejam realizadas mudanças no processamento e uma melhora nas Boas Práticas Apícolas, aprimorando, assim, a qualidade dos produtos da região.

## **Referências Bibliográficas**

1. BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro/2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Disponível em: [https://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/RTIQ-Melcompleto-IN-11\\_2000.pdf](https://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/RTIQ-Melcompleto-IN-11_2000.pdf). Acesso em: 15 de março de 2021.
2. SILVA, A. P. P. **Determinação de identidade e qualidade em méis comercializados na região de Ponta Grossa - PR**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Ponta Grossa, 2016.
3. LIMA, J.; AROUCHE, M. M. S.; PEREIRA, L. S.; ALVES, L. M. C.; COSTA, F. N.; SILVA, G. A. **Condições higiênico-sanitárias do mel produzido por Apis mellifera no estado do Maranhão**. Universidade Estadual do Maranhão, 2019. Disponível em:



<http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/refacer/article/view/3373/2373>. Acesso em: 15 de março de 2021.

4. BOGO, S.; SANTIN, N. C.; FRIGHETTO, M. **Avaliação das características físico-químicas do mel comercializado nos municípios de Fraiburgo e Videira, SC.** Unoesc & Ciência - ACBS Joaçaba, v. 8, n. 2, p. 109-116, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acbs/article/download/13028/pdf/>. Acesso em: 23 de abril de 2021.

5. IYOMASA, L. **Parâmetros de qualidade do mel.** Ifope Educacional, 2019. Disponível em: <https://blog.ifopecom.br/parametros-de-qualidade-do-mel/>. Acesso em: 07 de abril de 2021.

6. BOGDANOV, S. **Contaminants of bee products.** *Apidologie*. v. 37, n. 1, 2006, p. 1- 18.

7. FERREIRA, L. C. **Avaliação da qualidade microbiológica de méis comercializados na cidade de Natal RN.** 2016. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

8. EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellífera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, set-out, 2005.

9. FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2008, 182p.

10. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** - 4<sup>a</sup> edição. 2008. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.p](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.p). Acesso em: 13 de abril de 2021.

11. BRASIL Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. **Métodos Analíticos Oficiais para Análise Microbiológica para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 18 de setembro de 2003.



12. FERNÁNDEZ, L. A.; GHILARDI, C.; HOFFMANN, B.; BUSSO, C.; GALLETZ, L. M. Microbiological quality of honey from the Pampas Region (Argentina). **Revista Argentina de Microbiología**, Volume 49, Issue 1, January–March 2017, p. 55-61.
13. HOLANDA, C. A., OLIVEIRA, A. R., COSTA, C. P., RIBEIRO, M. N. S., SOUZA, J. L., ARAÚJO, M. J. A. M. **Qualidade dos méis produzidos por *Melipona fasciculata* Smith da região do cerrado maranhense.** Química Nova, 2012, Julho. 35 (1): 55- 58.
14. FENG, P.; WEAGANT, S. D.; GRANT, M. A. **Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria.** Sept. 2002. In: Food and Drug Administration - FDA/CFSAN. Jan. 2001. Disponível em: Acesso em: 27 de Setembro de 2021.
15. NOGUEIRA NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão.** São Paulo: Nogueirapis, 1997, p.445.
16. BRASIL. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, DF, 2019.
17. MEIRELES, S.; CANÇADO, I. A.C. Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. **Revista digital FAPAM**, Pará de Minas, 2013.
18. FILHO, M. N. C.; SANTOS, J. L.; PAES, E. C.; DIAS, W. S. R.; PEREIRA, L. F. Avaliação da qualidade de méis de abelha produzidos e comercializados em Vitória da Conquista, Bahia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** v. 12, n. 4, p. 783 - 790, 2017. Pombal, PB, Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas.
19. BERA, A. **Composição físico-química do mel adicionado com própolis.** Universidade de São Paulo, 2004. 68 f.
20. MENEZES, B. A. D.; MATTIETTO, R. A.; LOURENÇO, L. F. H. Avaliação da qualidade de méis de abelhas africanizadas e sem ferrão nativas do nordeste do estado do Pará. **Cienc. anim. bras.**, Goiânia, v.19, 1-13, e-46578, 2018. Acesso em: 25 de maio de 2021.



21. MARQUES, M. S.; FAGUNDES, S. H.; COSTA, R. J.; SILVEIRA, M. A.; MEIRA, S. M. M. **Análises físico-químicas de amostras de mel da região de Bagé – RS.** 5º Encontro de Ciência e Tecnologia do IFSul campus Bagé, 2019. 5 p.

22. FINCO, F. D.; MOURA, L.; SILVA, I. **Propriedades físicas e químicas do mel da *Apis mellifera* L.** SciELO Ciênc. Tecnol. Aliment. v. 30 n. 3 Campinas, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612010000300022#:~:text=Em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20aos%20a%C3%A7%C3%BAcares%20elevadas,capacidade%20de%20granula%C3%A7%C3%A3o%20\(cristaliza%C3%A7%C3%A3o\).](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000300022#:~:text=Em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20aos%20a%C3%A7%C3%BAcares%20elevadas,capacidade%20de%20granula%C3%A7%C3%A3o%20(cristaliza%C3%A7%C3%A3o).) Acesso em: 23 de abril de 2021.



## Caracterização físico-química e nutricional de pólen apícola desidratado comercializado no município de Teresina, Piauí

Schirlyayne de Sousa Lima da Silva<sup>1\*</sup>; Caroline Roberta Freitas Pires<sup>2</sup>; Maria Teresa do Rêgo Lopes<sup>3</sup>; Suzane Pereira Carvalho<sup>4</sup>; Thauany Guimarães Cardoso<sup>5</sup>; Sara Maria Nunes Schons<sup>5</sup>

**Resumo:** O pólen apícola é um produto originado das flores, aglutinado com néctar e enzimas salivares das abelhas em formato de pelotas. É um alimento rico em proteínas, vitaminas, minerais, carboidratos, lipídeos, fibras e componentes bioativos, tais como fenólicos e flavonoides, substâncias capazes de fornecerem propriedades benéficas ao organismo. As características físico-químicas que constituem o pólen apícola, são parâmetros essenciais para a garantia da sua qualidade de comercialização. Com isso, o objetivo do trabalho foi caracterizar os parâmetros físico-químicos e nutricionais do pólen apícola desidratado comercializado em um município do Piauí. Para o presente estudo, uma amostra de pólen apícola desidratado foi adquirida em um estabelecimento do centro comercial de Teresina, Piauí e posteriormente encaminhada ao laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, situada em Teresina, Piauí, local de onde procedeu-se as análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídeos, proteína e fibra bruta) e físico-química (pH e acidez titulável) do produto. Os dados obtidos nas análises, foram tabulados e calculados utilizando-se média e desvio padrão em Software Excel. Com exceção da umidade, que apresentou 6,61%, os resultados médios encontrados para proteína (17,12%), cinzas (2,20%), lipídeos (1,8%), fibras (5,20%), pH (4,91) e acidez (51,50 mEq/Kg) na amostra de pólen apícola, foram condizentes com os valores padrões estabelecidos na legislação brasileira. Quanto ao teor de carboidratos, a amostra apresentou 72,28%, indicando ser um produto de alto potencial energético. Conclui-se que, a composição físico-química e nutricional do pólen apícola poderá variar conforme a origem botânica, clima, solo e localização geográfica e que o processamento, bem como o armazenamento adequado, são fatores capazes de influenciar na qualidade final do produto. Como alimento, o pólen apícola apresenta um alto potencial nutritivo, podendo ser utilizado na alimentação humana.

**Palavras-chave:** Apicultura. *Apis mellifera*. Produto apícola. Qualidade.

### Introdução

A apicultura é uma atividade agropecuária sustentável sendo responsável pela geração de renda de pequenos produtores rurais e agricultores familiares. Os produtos produzidos pelas abelhas (mel, pólen, própolis, geleia real e apitoxina), são abundantes em propriedades bioativas e

<sup>1</sup>Acadêmica de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins.

<sup>2</sup>Docente, Universidade Federal do Tocantins

<sup>3</sup>Pesquisadora, Embrapa Meio-Norte

<sup>4</sup>Tecnóloga em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Piauí

<sup>5</sup>Acadêmica de Graduação em Nutrição, Universidade Federal do Tocantins

E-mail para a correspondência: schirlyayne@gmail.com\*





nutricionais conhecidas e utilizadas há bastante tempo, tanto como alimento, quanto para fins terapêuticos pelos humanos (1) (2).

O pólen apícola, é um produto proveniente do pólen das flores de diferentes espécies vegetais que são aglomeradas em formato de pelotas mediante néctar e secreções glandulares das abelhas, como enzimas salivares  $\alpha$  e  $\beta$  glicosidase (3) (4) (5) e que é recolhido no ingresso da colmeia (6). Na colônia, o pólen é utilizado como a principal fonte proteica dos insetos, favorecendo o bom desenvolvimento das larvas e a produtividade das operárias adultas (7).

Quanto à composição nutricional, o pólen apícola é constituído de carboidratos (18,50 - 82,80%) (8), proteínas (10 - 40%), fibras (0,3 - 20%), lipídeos (1 - 10%), minerais, vitaminas A (carotenoides), do complexo B, C, D, E e K, além de metabólitos bioativos, como compostos fenólicos, flavonoides, ácidos orgânicos, esteroides e terpenos (9) (10) (11), substâncias associadas às propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antifúngicas, anti-inflamatórias, imunomodulatória e antimutagênica que o mesmo pode exercer no organismo (3) (12).

Em relação aos parâmetros físico-químicos e de controle de qualidade do pólen apícola, o Brasil é um dos poucos países do mundo que possuem uma legislação própria (13), onde todos os critérios, seguem estabelecidos na Instrução Normativa nº 3 de 19 de janeiro de 2001 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (6). Tal regulamento, define os requisitos mínimos para a comercialização de um produto apícola com melhores características de qualidade e segurança ao consumidor final. Conhecer as propriedades físico-químicas do pólen apícola é imprescindível para garantir o prolongamento de sua vida útil.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi caracterizar os parâmetros físico-químicos e nutricionais do pólen apícola desidratado comercializado em um município do Piauí.

## **Material e Métodos**

### **Obtenção da amostra**

A amostra de pólen apícola desidratada foi adquirida em um estabelecimento comercial localizado na região central do município de Teresina – PI. Posteriormente, seguindo os procedimentos higiênico-sanitários, a mesma foi encaminhada ao Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, situada em Teresina - PI, para a realização das análises centesimais e físico-químicas.



## Caracterização do pólen apícola desidratado

As análises centesimais e físico-químicas da amostra de pólen apícola, foram executadas de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz e em triplicata (14).

Para a determinação de umidade, aplicou-se o método gravimétrico por meio de secagem em estufa a 105 °C, até peso constante. O teor de cinzas, foi determinado através da calcinação da amostra a 550 °C durante 6 horas em forno mufla. Para determinar lipídeos, utilizou-se o método de extração em aparelho Soxhlet. A determinação de proteína foi realizada pelo método Kjeldahl, aplicando o fator de conversão (N x 6,25). A fibra bruta foi determinada por digestão ácida e básica, e filtragem das amostras contidas em bolsa de tecido TNT. Os carboidratos foram obtidos por diferença. Para a determinação do pH, utilizou-se um potenciômetro de bancada previamente calibrado e por fim, a análise de acidez total, foi realizada através da titulação com NaOH 0,1N, até a obtenção do ponto de viragem da solução para a coloração róseo claro, sendo o resultado expresso em Meq / Kg (12).

### Análise dos dados

Os resultados de composição centesimal e físico-química das amostras de pólen apícola foram tabulados em uma planilha do Software Microsoft Excel, de onde procedeu-se os cálculos de média e desvio padrão.

### Resultados e Discussão

As propriedades nutricionais e físico-químicas do pólen apícola são parâmetros fundamentais para garantir a comercialização de um produto de qualidade. Logo, os resultados obtidos após as análises do produto, seguem expressos na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de composição nutricional e físico-química de pólen apícola desidratado comercializado no município de Teresina, Piauí e valores padrões estabelecidos pela legislação brasileira (6) para avaliação de qualidade do produto.

Componentes	Pólen apícola desidratado Teresina	Valores padrões pela legislação (BRASIL, 2001)
Proteína (%)	17,12 ± 0,23	> 8%

Componentes	Pólen apícola desidratado Teresina	Valores padrões pela legislação (BRASIL, 2001)
Cinzas (%)	2,20 ± 0,11	Máximo 4%
Umidade (%)	6,61 ± 0,04	≤ 4% (Pólen apícola desidratado)
Lipídios (%)	1,80 ± 0,03	Mínimo 1,8%
Fibra Bruta (%)	5,20 ± 0,40	Mínimo 2%
Carboidratos (%)	72,28 ± 0,15	-
pH	4,91 ± 0,07	4 - 6
Acidez (mEq/Kg)	51,50 ± 0,60	300 Meq / Kg

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: mEq/kg: Miliequivalente por quilo. Resultados expressos em média e ± desvio padrão.

Como observado na Tabela 1, a amostra analisada apresentou 17,12% de proteína e encontra-se dentro do estabelecido pela legislação brasileira (maior que 8%). Segundo Conte *et al.*, o pólen apícola pode conter até 40% de proteína em sua composição (15), sendo constituído de aminoácidos essenciais, tais como, lisina, metionina, fenilalanina, arginina, glicina, tirosina, ácido alanina, valina, ácido Glutâmico, prolina e serina (16) (17). O conteúdo proteico do grão de abelha sofrerá variação de acordo com a sua espécie vegetal e localização geográfica (8).

A determinação de cinzas é um parâmetro utilizado para indicar o conteúdo mineral e a presença de matérias inorgânicas em amostras de pólen apícola (18). Para cinzas, o valor médio obtido foi de 2,20%, estando de acordo com o estabelecido pela legislação (máximo 4%). O solo, o clima, a origem botânica e a variabilidade genética, são fatores que podem influenciar na capacidade do acúmulo de minerais do produto apícola (8) e dentre os minerais que compõem o pólen, podem ser mencionados o potássio, fósforo, sódio, cálcio, magnésio, zinco, manganês, ferro, cobre e o selênio (19).

A umidade da amostra de pólen apícola foi de 6,61%, valor acima do estabelecido pela legislação vigente, que preconiza um limite máximo de 4% de umidade para o produto desidratado (6). Provavelmente, o resultado obtido pode estar associado às condições ambientais e/ou de



armazenamento, já que esses fatores podem ter influenciado diretamente no teor de umidade, considerando o elevado potencial higroscópico do produto produzido pelas abelhas.

O teor de água presente no pólen apícola é considerado um importante indicador de qualidade, uma vez que o parâmetro pode propiciar o desencadeamento da atividade enzimática e microbiana, fatores que comprometem a qualidade organoléptica e microbiológica do produto, reduzindo a sua vida de prateleira (20).

O resultado encontrado para lipídeos foi 1,80%, estando coerente com a legislação brasileira que estabelece o mínimo 1,8% de lipídios em base seca (6). A fração lipídica do pólen apícola é composta por ácidos graxos importantes para a alimentação humana, tais como, o alfa-linolênico (ômega-3) e o ácido alfa-linoleico (ômega-6) (16).

O valor de fibra bruta da amostra de pólen foi de 5,2%, dado condizente com o regulamento técnico, que preconiza para o parâmetro, um teor mínimo de 2% (6). O pólen apícola é caracterizado pela presença de fibras dietéticas como a hemicelulose, a celulose, a pectina e a lignina em sua composição (8).

Quanto ao teor de carboidratos, o pólen apícola apresentou valor médio de 72,28%. Esse resultado, apresenta similaridade aos dados encontrados em estudos já realizados para determinar a quantidade do mesmo componente no pólen apícola (18,50 – 82,80%) (8) e indica o potencial energético que o produto pode fornecer à dieta humana.

O pH e a acidez livre do pólen apícola devem conter entre 4 – 6 e no máximo 300 mEq/Kg (6), respectivamente. Com base nisso, os dados médios encontrados, 4,91 (pH) e 51,50 mEq/Kg (acidez), condizem com os valores estabelecidos na legislação. O pólen apícola possui a característica de ser um alimento naturalmente ácido (21) e alguns dos ácidos orgânicos presentes em sua composição, são o ácido gálico, p-cumárico, vanílico e seríngico (8).

## **Conclusão**

A amostra de pólen apícola desidratada comercializada em estabelecimento comercial do município de Teresina - PI, apresentou valores físico-químicos e de composição nutricional compatíveis com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira, exceto para o parâmetro de umidade. Fatores como, origem botânica, localização geográfica, espécie floral, processamento e o armazenamento adequado, podem influenciar na composição físico-química e nutricional, bem como também na qualidade final do produto. Como alimento, o pólen apícola apresenta um alto potencial nutritivo, podendo ser utilizado na alimentação humana.



## Referências Bibliográficas

1. ARAÚJO, K. S. S. *et al.* Beekeeping in Brazil: A Bibliographic Review. **Beekeeping - New Challenges**, Ed. IntechOpen, p. 379-392, 2020.
2. ARES, A. M. *et al.* Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 147, p. 110-124, 2018.
3. CARPES, S. T. *et al.* Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1818-1825, Lavras, nov. /dez., 2007.
4. NEGRI, G. *et al.* Phytochemical analysis and botanical origin of *Apis mellifera* bee pollen from the municipality of Canavieiras, Bahia State, Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2016176, Campinas, 2018.
5. SATTTLER, J. A. G. **Caracterização do potencial bioativo do pólen apícola de *Eucalyptus sp.* *in vitro* e sua influência sobre parâmetros de estresse oxidativo e de inflamação *in vitro*.** Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018. 143p.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 3, de 19 de janeiro de 2001. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de apitoxina, cera de abelha, geleia real, geleia real liofilizada, pólen apícola, própolis e extrato de própolis. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 jan. 2001. Seção 1, p. 18.
7. EMBRAPA. **Criação de abelhas (Apicultura)**. 2º edição, Revista e atualizada. Brasília-DF, 2016.
8. THAKUR, M.; NANDA, V. Composition and functionality of bee pollen: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 98, p. 82-106, 2020.
9. CALDAS, F. R. L. *et al.* Composição química, atividade antiradicalar e antimicrobiana do pólen apícola de *Fabaceae*. **Química Nova**, v. 42, n. 1, p.49-56, 2019.
- 10 FEÁS, X. *et al.* Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality. **Journal Molecules**, v. 17, p. 8359-8377, 2012.





11. NASCIMENTO, J. E. M. *et al.* O pólen apícola e seus benefícios à saúde humana. **Revista Mensagem doce**, n. 147, julho de 2018. Disponível em: <<http://apacame.org.br/site/revista/mensagem-doce-n-147-julho-de-2018/artigo-2/>>. Acesso em: 01 nov. 2021.
12. SATTLER, J. A. G. *et al.* Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study. **Food Research International**, v. 77, p. 82–91, 2015.
13. MELO, A. A. M. *et al.* Produção, beneficiamento e adequação à Legislação do pólen apícola desidratado, produzido no Brasil. **Revista Ciência Extensão**, v. 14, n. 2, p.55-73, 2018.
14. IAL (Instituto Adolfo Lutz). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Ed., São Paulo, 2008. 1020p.
15. CONTE, P. *et al.* Bee pollen as a functional ingredient in gluten-free bread: A physicalchemical, technological and sensory approach. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 1–7, 2018.
16. ANJOS, O.; CAMPOS, M.G.; ESTEVINHO, M.L. Poderá o pólen ser considerado um superalimento? **Revista do Instituto Politécnico de Castelo Branco**, v. 7, n. 11, p.20-26, 2017.
17. DIDARAS, N. A. *et al.* Antimicrobial Activity of Bee-Collected Pollen and Beebread: State of the Art and Future Perspectives. **Antibiotics**, v. 9, n. 11, p. 811, 2020.
18. MELO, A. A. M. **Perfil químico e microbiológico, cor, análise polínica e propriedades biológicas do pólen apícola desidratado**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015. 341 p.
19. VELÁSQUEZ, P. *et al.* k-carrageenan edible films for beef: Honey and bee pollen phenolic compounds improve their antioxidant capacity. **Food Hydrocolloids**, v. 124, (2022), 107250.
20. SOUZA, S. P.; DEGENHARDT, R. Pólen apícola de *Apis mellifera*: Revisão de literatura. In: Jornada Integrada em Biologia. **Anais da V Jornada integrada em Biologia** – Joaçaba, SC: Unoesc, 2019.



21. MARTINS, M. C. T. **Pólen apícola brasileiro: valor nutritivo e funcional, qualidade e contaminantes inorgânicos**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP: [s.n.], 2010. 210 p.



## Caracterização físico-química e nutricional do xerém da amêndoa de castanha-de-caju

Schirlayne de Sousa Lima da Silva<sup>1</sup>; Sara Maria Nunes Schons<sup>2\*</sup>; Thainá Geovanna Santana e Gomes de Souza<sup>2</sup>; Caroline Roberta Freitas Pires<sup>3</sup>; Maria Teresa do Rego Lopes<sup>4</sup>; Suzane Pereira Carvalho<sup>5</sup>.

**Resumo:** A amêndoa da castanha-de-caju (ACC) é a parte comestível da castanha-de-caju, enquanto que o xerém é a ACC triturada, a diferença encontra-se no tamanho e granulometria da matéria-prima. O xerém da ACC tem sua principal aplicação em produtos de confeitaria, pois maximiza seus atributos sensoriais. A ACC é bastante valorizada no mercado possuindo valor comercial elevado, no entanto, o valor do xerém pode chegar a ser metade do preço da amêndoa inteira, apesar da amêndoa triturada não perder a qualidade nutricional. O objetivo deste estudo foi analisar o xerém da ACC quanto aos seus parâmetros físico-químicos. As amostras de xerém foram analisadas em triplicatas quanto ao teor de umidade, lipídios, cinzas, proteínas e fibra bruta, os carboidratos foram calculados por diferença, e determinou-se ainda o pH e a acidez total titulável. As análises físico-químicas demonstraram as médias de umidade (3,27%), lipídios (45,02%), proteínas (25,29%), cinzas (1,45%), fibra bruta (4,4%), carboidratos (24,97%), pH (6,53) e acidez (0,24 g de ácido oleico). Com isso, conclui-se que o xerém da ACC possui elevado teor lipídico, com maior predominância de ácidos graxos insaturados. Além disso, destaca-se o elevado teor proteico e o elevado teor de fibras presentes na matéria-prima. O uso do xerém de ACC pode ser oportuno para as indústrias de alimentos, já que seu valor nutricional não tende a ser alterado pelo processamento e seu custo é mais baixo comparado a amêndoas inteiras.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale*. Castanha-de-Caju. Alimento Funcional.

### Introdução

A castanha-de-caju, proveniente do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), é uma oleaginosa que possui grande valor nutricional, além de servir de matéria-prima para indústria por meio da utilização de sua amêndoa (1).

Segundo levantamento do IBGE referente ao mês de abril, no Brasil foram produzidas 117.228 toneladas de castanha-de-caju, sendo que a principal região produtora é a Nordeste, que ocupa 99,3% da produtividade do país (2). Os principais estados produtores de castanha-

<sup>1</sup>Acadêmica de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins.

<sup>2</sup>Acadêmica de Graduação em Nutrição, Universidade Federal do Tocantins.

<sup>3</sup>Docente, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins.

<sup>4</sup>Pesquisadora Embrapa Meio-Norte.

<sup>5</sup>Tecnóloga em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Piauí.

\*E-mail para a correspondência: sara.schons@mail.uft.edu.br



de-caju são: Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, estes três ocupando 90,6% de toda produtividade (2).

A ACC é bastante valorizada no mercado, possuindo um elevado valor comercial. Entretanto, os empasses tecnológicos enfrentados no beneficiamento para a remoção das amêndoas, são a causa do grande volume de perdas e da dificuldade de obtenção de produtos mais íntegros, tendo em vista que em meio ao processo produtivo, cerca de 40% delas sofrem quebras por ação mecânica, condição que não interfere na qualidade nutricional do produto, porém que influencia na redução do seu preço de venda (3, 4).

À vista disso, uma alternativa encontrada para comercialização do subproduto resultante do beneficiamento da amêndoa, é processá-la em forma de xerém (5). O xerém da ACC, de uma forma geral, pode ser definido como um produto de granulometria reduzida, retido em peneira de malha 14 (1,19 mm) (6), ou seja, é a ACC triturada em pequenos pedaços.

Como o xerém é derivado da castanha-de-caju, os mesmos apresentam semelhança nas propriedades nutricionais, sendo constituídos de alto percentual lipídico, com predominância de ácidos graxos insaturados, além de apresentar fibras, minerais, fitoesteróis, compostos fenólicos e teor protéico elevado (7). Quanto à aplicação alimentícia, o xerém da ACC é comumente utilizado no preparo de produtos principalmente no setor de confeitaria, panificação e sorveteria (3).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi analisar as características nutricionais e físico-químicas do xerém da amêndoa de castanha-de-caju.

## **Material e Métodos**

### **Obtenção da matéria-prima**

A ACC na forma de xerém, foi obtida em uma cooperativa situada no município de Picos, Piauí, respeitando os critérios higiênicos-sanitários e de qualidade. Em seguida o material foi encaminhado ao Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, localizada no município de Teresina, Piauí.

### **Preparo das amostras**

Para o preparo da farinha de ACC e do xerém da castanha-de-caju, utilizou-se um liquidificador da marca Mondial em modo pulsar, de forma descontínua, até obter-se um material de aspecto granulométrico farináceo e homogêneo. Esta, então, foi acondicionada em



embalagem plástica de polietileno laminada e armazenada sob temperatura de refrigeração (4 - 10 °C), até o momento das análises de composição centesimal e físico-química.

### **Caracterização da matéria-prima**

A amostra de xerém foi caracterizada quanto a composição centesimal e físico-química de acordo com os procedimentos metodológicos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (8). A análise de umidade foi realizada por secagem em estufa a 105 °C, cinzas, por meio da incineração e calcinação da amostra em forno mufla a 550 °C, lipídios, por extração direta com utilização de reagente hexano em aparelho de Soxhlet, proteína, baseando-se no método de micro-Kjeldahl (Nitrogênio x 6,25), fibra bruta, por digestão ácida e básica e filtragem das amostras contidas em bolsa de tecido TNT, carboidratos por diferença, pH, utilizando-se aparelho pHmetro de bancada previamente calibrado e acidez titulável, com hidróxido de sódio (0,1 M) até a viragem de coloração para róseo claro, sendo os resultados expressos em g/100g de ácido oleico.

### **Análise Estatística**

Os resultados obtidos nas análises de caracterização centesimal e físico-química do xerém de ACC, foram expressos em média e desvio padrão em Software Excel.

### **Resultados e Discussão**

Foram realizadas as análises para determinar a composição nutricional e físico-química do xerém de ACC, como exposto na Tabela 1.





Tabela 1 – Composição nutricional e físico-química da matéria-prima

Componentes	Xerém de ACC
Umidade (%)	3,27 ± 0,02
Lipídios (%)	45,02 ± 1,91
Proteínas (%)	25,29 ± 0,43
Cinzas (%)	1,45 ± 0,01
Fibra Bruta (%)	4,4 ± 0,07
Carboidratos (%)	24,97 ± 1,37
pH	6,53 ± 0,10
Acidez (g/ácido oleico)	0,24 ± 0,03

Fonte: Dos autores, 2022

O percentual de umidade constatado na amostra de xerém (3,27%), encontra-se de acordo com o estabelecido no regulamento técnico de comercialização da castanha-de-caju, definindo um valor máximo de 5% (cinco por cento) para o parâmetro (6). O teor de umidade é um fator importante para a maximização da vida útil de um alimento, estando diretamente relacionado com a estabilidade microbiológica, no caso da ACC, tal parâmetro pode interferir no teor de gordura, principalmente das insaturadas (9).

Para o teor de lipídios, o resultado médio foi de 45,02%. A castanha-de-caju é uma oleaginosa que apresenta elevado teor de ácidos graxos insaturados. Segundo Ogunbenle e Afolayan o óleo da castanha-de-caju torrada possui cerca de 60% de ácidos graxos monoinsaturados e 19% de poliinsaturados, com destaque para a presença do ácido linoleico e linolênico (10). Contudo, devido ao alto teor de gorduras insaturadas, o produto tem maiores chances de sofrer oxidação lipídica (11), o que pode levar à perda de sabor e a mudanças nas características físico-químicas.

Para a proteína, a amostra de xerém apresentou resultado médio de 25,29%. A ACC apresenta um teor proteico que varia entre 17 a 34% (12), sendo que a proteína presente em sua composição é de alto valor biológico por possuir todos os aminoácidos essenciais ao organismo humano (13).

O percentual de cinzas na ACC é em média 2,55% (14), a média encontrada na amostra de xerém ficou abaixo do esperado, isso pode acontecer pois o conteúdo de minerais sofre variações em decorrência de vários fatores, como solo, clima, origem botânica e variabilidade



genética (15). Ainda assim, a ACC se constitui fonte de minerais como o ferro, magnésio, potássio, zinco, selênio e manganês (16).

O percentual de carboidratos no xerém da ACC está dentro da média encontrada na literatura, Lima, Pinto e Magalhães encontraram na ACC 25,65% de carboidratos totais (incluindo fibras) (4), já Barboza *et al.* encontrou 30,99% de carboidratos disponíveis (17).

O percentual de fibras ficou abaixo do encontrado por Barboza *et al.* de 9,27% (17), ficando superior ao descrito por Ogungbenle e Afolayan, que encontraram 3,11% de fibra bruta na farinha de castanha de caju torrada (10).

O pH do xerém da ACC é ligeiramente ácido e se aproxima do encontrado por Aquino *et al.*, onde foi investigado o efeito do líquido da casca de castanha de caju (LCC) sobre as características físico-químicas de castanhas fritas com o LCC comparadas às não fritas com LCC, não foi observado diferença estatística entre as duas amostras em relação ao pH, obtendo-se valores de 5,97 e 6,18, respectivamente (18). Ademais, destaca-se que as castanhas que possuem manchas do LCC podem ter sua qualidade comprometida, desta forma tendem a ser destinadas ao processamento na forma de xerém para serem comercializadas.

O índice de acidez da amostra se apresentou baixa, como em análises realizadas com o óleo da ACC, onde encontrou-se valores de 0,37 (19) e de 0,74 (20), em ambas as pesquisas o índice de peróxidos foi analisado, não sendo detectada oxidação lipídica, nos testes sensoriais realizados o óleo de ACC apresentou maior aceitação para aroma do que os demais óleos testados na pesquisa, isso se deve ao seu menor índice de peróxidos.

## **Conclusão**

O baixo percentual de umidade constatado no xerém possibilita maior tempo de vida de prateleira da matéria-prima. Como oleaginosa a castanha-de-caju possui elevado teor lipídico, sendo que a maior predominância é de ácidos graxos insaturados. Destacam-se no xerém de ACC, o seu alto teor proteico, que é capaz de enriquecer outros alimentos, e o elevado teor de fibras presentes na matéria-prima. Com isso, ressalta-se que o uso do xerém de ACC pode ser oportuno para as indústrias de alimentos, já que seu valor nutricional não tende a ser alterado pelo processamento e seu custo é mais baixo comparado a amêndoas inteiras.

## **Referências**

1. ROSA, J. R. *et al.* Benefícios da castanha de caju – uma revisão de literatura. In: Semana de Educação, Ciência e Tecnologia (SECITEC), 2018, Instituto Federal de Educação, Ciência



- e Tecnologia de Goiás – Câmpus Itumbiara. **Anais 2018 – SECITEC: Ciência para a redução das desigualdades**, Itumbiara-GO: SECITEC, 2018. Disponível em: <http://eventos.ifg.edu.br/secitecitumbiara/wp-content/uploads/sites/9/2019/05/RE-16-Benef%C3%ADcios-da-Castanha-de-Caju-Uma-Revis%C3%A3o-de-Literatura.pdf>. Acesso em: 30/05/2022.
2. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola**. Abril 2022. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag\\_2022\\_abr.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2022_abr.pdf). Acesso em: 28/05/2022.
3. LIMA, E. D. **Processamento integral dos principais componentes do cajueiro e seus resíduos através de uma cadeia de biorrefinaria suportada energeticamente por painel fotovoltaico**. 2017. 125 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2017.
4. LIMA, J. R.; PINTO, G. A. S.; MAGALHÃES, H. C. R. **Óleo da Amêndoa de Castanha-de-Caju: Métodos de Extração**. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 165, 2018.
5. SARAIVA, M. C. **Expectativa de consumo baseado na aparência de sorvete vegano elaborado a partir do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju**. 2021. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2021.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 2, de 06 de fevereiro de 2017. Regulamento Técnico da Amêndoa da Castanha de Caju. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 17 fev. 2017.
7. GADANI, B. C. *et al.* Características físicas e químicas da farinha de castanha de caju armazenada e embalada em diferentes embalagens. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 37, n. 4, p. 657 - 662, 2017.
8. IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. (1 Edição Digital), São Paulo, 2008. 1020 p.
9. HOLANDA, S. A. M. H. **Desenvolvimento e caracterização de bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju, adicionada de achocolatado, leite de coco ou banana**. 2017. 102 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2017.
10. OGUNGBENLE, H. N.; AFOLAYAN, M. F. Physical and chemical characterization of roasted cashew nut (*Anacardium occidentale*) flour and oil. **International Journal of Food Science and Nutrition Engineering**, v. 5, n. 1, p. 1 - 7, 2015.
11. JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. 1 ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 165 p. ISBN: 978-85-98605-72-2.



12. LIMA, J. R. Valor nutricional da amêndoa da castanha-de-caju e seu processamento e embalagem. In: ARAÚJO, J. P. P. **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília-DF: Embrapa, 2013. Parte 6, cap. 2, p. 389-393.
13. FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 269 - 279, mar./abr. 2010.
14. PINTO, D. S. **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 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2021.
15. THAKUR, M.; NANDA, V. Composition and functionality of bee pollen: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 98, p. 82 - 106, 2020.
16. USDA - United States Department Of Agriculture. **National Database for Standart Reference**. 2019. Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/query=cashew%20nut>. Acesso em: 28/05/2022.
17. BARBOZA, L. P. *et al.* Caracterização físico-química, antioxidante e de aminoácidos da castanha-do-baru, castanha-de-caju e castanha-do-brasil. In: SILVA, F. F. **Qualidade de produtos de origem animal**. v. 2. Ponta Grossa-PR: Atena Editora, 2019. Cap. 2, p. 6 - 16.
18. AQUINO, J. S. *et al.* Efeito do líquido da casca de castanha de caju sobre as características físico-químicas e sensoriais de castanhas fritas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 316-23, 2011.
19. NOBRE, A. C. O.; MAGALHÃES, H. C. R.; LIMA, J. R. Características físico-químicas e aceitação sensorial do óleo de amêndoa de castanha de caju (*Anacardium occidentale*): comparação com óleos comerciais. **Journal of Fruits and Vegetables**, v. 1, n. 1, p. 1 - 4, 2015.
20. LIMA, J. R. *et al.* **Características e Estabilidade de Óleo de Amêndoa de Castanha-de-Caju**. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 93, 2014.





## Condições higiênico-sanitárias do pescado comercializado em feiras de São Luís – MA

Andrea Christina Gomes de Azevedo-Cutrim<sup>1</sup>; Nilson Moraes Soares<sup>2</sup>; Ocilene Maria Correia Ferreira<sup>3</sup>; Valdenia Cristina Mendes Mendonça<sup>4</sup>

**Resumo:** Mercados e feiras são os principais locais de comercialização do pescado e têm sido apontados como territórios de interesse para pesquisa e intervenções em saúde. Nestes, observam-se irregularidades e desorganização, sendo que as de maior gravidade estão relacionadas à falta de higiene dos manipuladores, de seus utensílios e do ambiente. Este trabalho teve por objetivo comparar as principais condições de infraestrutura dos mercados de peixes e cuidados na higiene pessoal dos manipuladores, de acordo com a Resolução ANVISA RDC nº 216/2004. A coleta dos dados foi realizada por observação em 25 *stands*, de quatro feiras de pescado de São Luís - MA (Mercado do Peixe, Feira do Vinhais, Feira Vicente Fialho e Feira da Cohab). Com relação à comercialização do pescado, 64% dos locais observados comercializavam peixes. Apenas o Mercado do Peixe estava em conformidade com a legislação no quesito “abastecimento de água”, sendo que a RDC nº 216/2004 preconiza não serem permitidas instalações sem abastecimento de água corrente e dispor de conexões com rede de esgoto ou fossa séptica e 44% dos *stands* não continham sequer pia com água corrente, especialmente na Feira Vicente Fialho. Todas as feiras visitadas continham lixo, esgoto, mato ou animais em seus arredores. Durante a pesquisa foram constatadas condições higiênicas insatisfatórias, tanto de comercialização dos produtos quanto dos manipuladores, havendo a necessidade de adequação física do local de venda e de capacitação dos vendedores quanto às medidas de higiene, pois conhecer as formas de manipulação nas feiras é de grande importância para a garantia da qualidade dos produtos comercializados.

**Palavras-chave:** Higiene. Mercados. Segurança Alimentar.

### Introdução

O consumo de produtos oriundos da pesca tem sido impulsionado pelo reconhecimento da carne de peixe como um alimento saudável, em função do elevado teor de proteínas, a presença de aminoácidos essenciais, vitaminas, minerais, como ferro, fósforo e cálcio, devido à sua boa digestibilidade em comparação a outros produtos de origem animal e, em especial, a seus ácidos graxos poli-insaturados, como o ômega-3. (1)

---

<sup>1</sup> Doutora em Oceanografia. Estudante de Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Luís – Maracanã. E-mail: [azevedocutrim@acad.ifma.edu.br](mailto:azevedocutrim@acad.ifma.edu.br)

<sup>2</sup> Estudante de Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Luís – Maracanã.

<sup>3</sup> Professora do Curso de Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Luís – Maracanã.





O pescado é considerado um alimento de extremos, pois ao mesmo tempo em que é tido como um dos mais nutritivos, também é o mais perecível. O entusiasmo para seu consumo, com base nas vantagens nutricionais e o efeito benéfico à saúde, é limitado pela dificuldade em se encontrar no mercado o pescado fresco, com qualidade. (2)

Os mercados e feiras são os principais locais de comercialização do pescado e têm sido apontadas como territórios de interesse para pesquisa e intervenções em saúde. As condições apresentadas à população no percurso de suas dinâmicas influenciam no desenvolvimento de um equilíbrio físico, positivamente ou negativamente, dependendo da situação apresentada no cotidiano. Logo, ao se discutir espaços públicos urbanos, de uso coletivo e de livre circulação de pessoas, dá-se suporte para implementação de políticas públicas de saúde e ambiente. (3, 4, 5)

No Brasil, os mercados trazem algumas inconformidades quando comparados às normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 216/2004. (6) Apesar das práticas regulatórias de alimentos terem sido instituídas no Brasil no ano de 1889, por meio do Decreto nº 68 de 1889, com o objetivo de adotar medidas para impedir ou atenuar o desenvolvimento de epidemias, na contemporaneidade, ainda se observam problemas higiênico-sanitários. (7)

No sentido de reorientar e padronizar a adoção de Boas Práticas para os Serviços de Alimentação, a Resolução ANVISA RDC nº 216/2004 preconiza ações voltadas aos processos de manipulação, preparação, fracionamento, armazenamento, distribuição, transporte, exposição à venda e entrega de alimentos preparados. Dentre estes estabelecimentos, existem os que comercializam pescados, realizando atividades com alimentos crus, mantidos refrigerados ou em temperatura ambiente, expostos ao consumo. (8)

Em nível nacional, as condições de comercialização de pescado em feiras livres e mercados públicos não atendem fielmente à legislação, sendo a higiene e a conservação do pescado as problemáticas mais evidentes e recorrentes. (9, 10)

Nesta perspectiva, o entendimento de segurança de alimentos à base de pescados, se aplica tanto no tocante à comercialização, como também ao acesso de alimentos seguros e não contaminados biológica ou quimicamente, respeitando as regulamentações sanitárias e tecnológicas, quanto aos efeitos sobre a saúde e a utilização biológica do alimento. (11)



Devido às vantagens na alimentação, parte da população ludovicense ter preferência em consumir pescado e pela habitual deficiência nas condições higiênico-sanitárias das feiras em São Luís - MA, é que foi proposta a execução desse trabalho.

Para tanto, esta pesquisa teve por objetivo comparar as principais condições infraestruturais dos mercados de peixes e os cuidados na higiene pessoal dos manipuladores de acordo com a Resolução ANVISA RDC nº 216/2004.

### **Material e Métodos**

A pesquisa foi do tipo exploratória, em campo, classificando-se como transversal por método observacional direto, com pesquisa exploratória quali-quantitativa por meio de dados primários (12), utilizando-se formulários com tópicos especificados na Resolução ANVISA RDC nº 216/2004.

A coleta dos dados foi realizada a partir da observação em cada *stand*, de quatro feiras de comercialização de pescado do município de São Luís - MA, entre os meses de abril e maio do ano de 2022, com vistas a observar as condições higiênico-sanitárias dos *stands*, bem como do pescado comercializado e dos manipuladores que trabalhavam com a venda do pescado, conforme recomendações da Resolução ANVISA RDC nº 216/2004.

As feiras inspecionadas e checagem dos tópicos contidos nos formulários foram observados no Mercado do Peixe, Feira do Vinhais, Feira Vicente Fialho e Feira da Cohab, onde foram avaliados 25 *stands*, através de formulários contendo seis itens sobre o pescado comercializado e dez tópicos de visualização sobre as condições locais.

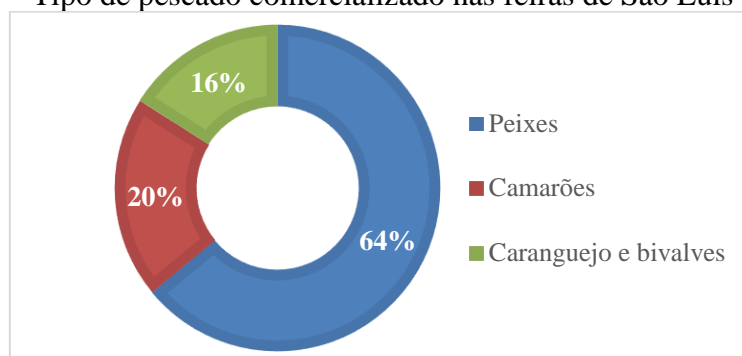
As características avaliadas consistiram em presença de água corrente; uso de avental e touca pelos manipuladores; presença de lixo, mato e animais no interior e entorno das feiras; se tinham equipamentos adequados para o armazenamento do pescado, procedência e tipos de pescado comercializados. Os quesitos observados foram posteriormente comparados às conformidades por meio da RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004, da ANVISA, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.

### **Resultados e Discussão**

Os formulários foram aplicados da seguinte forma: 32% deles na Feira da Cohab, 28% na Feira do Vinhais, 24% no Mercado do Peixe e 16% na Feira Vicente Fialho.

Com relação à comercialização do pescado, 64% dos *stands* analisados comercializavam peixes, os quais apontam desperdício entre as cabeças do pescado ou quando não conseguiam vender todo o peixe, era descartado em lixeira apropriada e recolhido pela prefeitura, para descarte. Por conseguinte, 20% dos *stands* visitados comercializavam camarões e não apontaram desperdício além da casca, quando o cliente solicitava que o produto fosse descascado (Figura 1).

Figura 1 – Tipo de pescado comercializado nas feiras de São Luís – MA.



Fonte: Dos autores, 2022.

Além disso, 16% dos locais comercializavam caranguejo vivo, pata de caranguejo, carne de caranguejo, bivalves (sarnambi e sururu), apontando desperdício quando não conseguiam vender tais alimentos que facilmente estragavam pela falta de armazenamento adequado, visto que ficavam expostos, sem qualquer tipo de resfriamento. Em feiras localizadas em Salvador - BA (13), também constataram a comercialização do cefalotórax de camarões salgados, demonstrando a venda de camarão fracionado, utilizado como ingredientes de comidas típicas.

No que se diz respeito à origem do pescado, os camarões comercializados eram de dois tipos: 1) de água salgada, chamados camarões do mar, apresentando tamanho maior, de coloração avermelhada, pescados em praias, capturados por meio de redes de arrasto, com auxílio de embarcações, com custo mais elevado e oriundos de São Luís, São José de Ribamar, Humberto de Campos, Tutóia ou Apicum açu - MA e Parnaíba – PI; e 2) os camarões de cultivo, que são mantidos em criadouros e tanques de cultivo, tendo como característica um tamanho menor e coloração acinzentada, advindos de São Luís, São José de Ribamar e Humberto de Campos - MA.

Já os caranguejos que estavam à venda, tinham sido capturados nos manguezais de São Luís, comercializados vivos ou sua carne e patas extraídas e embaladas. Os sarnambis e



sururus comercializados nas feiras foram coletados nas praias de São Luís e São José de Ribamar - MA, Fortaleza – CE e Parnaíba - PI.

No geral, as condições em que se encontravam às feiras foram apontadas como razoáveis, correspondendo a 68% dos tópicos presentes nos formulários, 28% classificadas como boas condições físicas e 4% dos locais observados foram considerados ruins sobre suas condições físicas, valendo ressaltar que as feiras que eram fiscalizadas e mantidas pela administração municipal em 100% das observações se mantiveram em classificação boas ou razoáveis e apenas uma que se localiza num espaço improvisado com tendas, em área externa do Mercado do Peixe, não apresentou condições higiênico-sanitárias em nenhum dos aspectos investigados.

Em relação aos *stands* das feiras pesquisadas apenas o Mercado do Peixe estava em conformidade com a legislação no quesito “abastecimento de água”, sendo que a RDC nº 216/2004 preconiza não serem permitidas instalações sem abastecimento de água corrente e dispor de conexões com rede de esgoto ou fossa séptica, além da presença obrigatória de produtos destinados à higiene pessoal, tais como papel higiênico, sabonete líquido inodoro anti-séptico ou sabonete líquido inodoro e toalhas de papel para secagem das mãos, constatando-se que 44% dos *stands* não continham sequer pia com água corrente (Tabela 1), especialmente na Feira Vicente Fialho.

Tabela 1 - *Checklist* de observação dos *stands* de venda para verificação das condições higiênico-sanitárias dos manipuladores das feiras de São Luís.

<b>Condição observada</b>	<b>Conforme RDC nº 216</b>	<b>Não atende RDC nº 216</b>
Possuía roupas limpas?	72%	28%
Higienizava as mãos?	56%	44%
Possuía enfermidade aparente?	100%	0
Tossia ou falava demais?	72%	28%
Apresentava água corrente?	56%	44%
Utilizava avental e touca?	16%	84%
Fazia a limpeza do <i>stand</i> ?	92%	8%
Fazia a higiene dos alimentos?	40%	60%
Entregava em embalagens adequadas?	88%	12%
Possuía equipamentos adequados para armazenamento do pescado?	84%	16%

Fonte: Dos autores, 2022.

Visualmente, os manipuladores estavam em boas condições de saúde e lavavam as mãos antes e após manipular alimentos. Entretanto, observou-se que o uniforme não era utilizado exclusivamente no local de trabalho, não existiam cartazes expostos para a



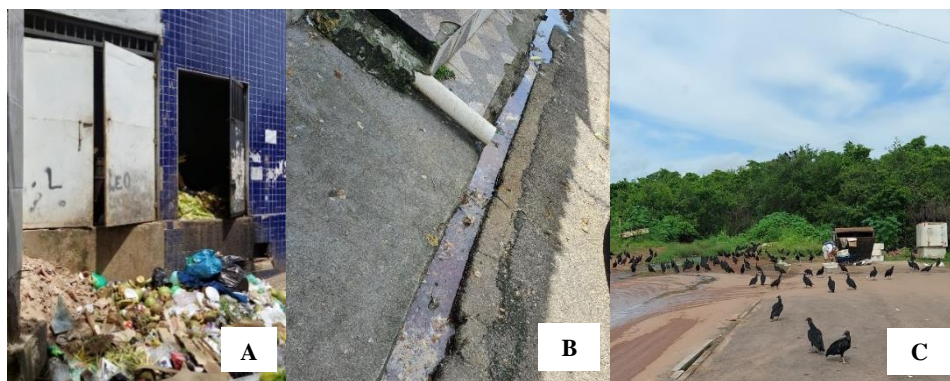
orientação dos manipuladores em relação à forma correta de lavagem e assepsia das mãos, percebendo-se, também, que os manipuladores falavam, manuseavam dinheiro – o que poderia levar à contaminação cruzada – e 84% não utilizavam cabelos presos ou com toucas, determinantes para a inadequação dos estabelecimentos.

Em trabalho realizado com a comercialização do pescado no mercado municipal de Icoaraci – PA, os autores explanam que os manipuladores de pescado não apresentavam nenhum tipo de orientação acerca de hábitos higiênicos destinados ao manipulador, tornando o ato de realizar venda, aquisição da matéria-prima e manipulação de dinheiro susceptível à disseminação de microrganismos provenientes de tosses, espirros e até mesmo de gases oriundos do tabagismo. (14)

Quanto à limpeza das feiras e recolhimento das vísceras e peixes estragados, 100% eram feitos por funcionários próprios, mantidos pela administração municipal, que recolhiam e levavam os resíduos até uma lixeira coletiva, sendo diariamente recolhidos e descartados por estes funcionários e mesmo onde havia espaços improvisados de comercialização de pescado havia uma lixeira da prefeitura para descarte.

Em se tratando do ambiente de entorno das feiras, a RDC nº 216/2004 preconiza que as áreas internas e externas do estabelecimento devem estar livres de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente, não sendo permitida a presença de animais. Neste trabalho todas as feiras continham lixo, esgoto, mato ou animais em seus arredores (Figura 2). Na pesquisa realizada em Belém – PA (6), 83,3% dos mercados apresentaram-se ausentes quanto à presença de lixo no ambiente externo, sendo que nenhum deles apresentava mato ou entulho no entorno dos estabelecimentos.

Figura 2 – Presença de (A) lixo na feira da Cohab; (B) esgoto na feira Vivente Fialho; (C) mato e animais no Mercado do Peixe, em São Luís – MA.



Fonte: Dos autores, 2022.





Em estudos realizados nos mercados de Sobral – CE (15), detectaram percentual de adequações de 69,4%, devido ao fato de os estabelecimentos disporem de recipientes destinados a resíduos sólidos identificados, íntegros, de fácil higienização, transporte e em número e capacidade suficientes para conter resíduos, bem como a área de preparação e armazenamento dos alimentos que evitava focos de atração de vetores e pragas urbanas.

Confrontando os dados obtidos nessa pesquisa com os constatados no estado do Pará, de forma geral, as condições higiênico-sanitárias do pescado comercializado em feiras e mercados públicos são deficientes, podendo ser atribuído à falta de informação dos manipuladores, as condições infraestruturais do local de vendas e a forma de armazenamento e manipulação do pescado, com riscos de contaminação dos alimentos. (16, 17, 18)

## **Conclusão**

Apesar da tendência à adequação dos estabelecimentos, os *stands* e manipuladores do pescado comercializado nas feiras de São Luís não atenderam à legislação vigente, devendo ser fiscalizada ao longo de toda a cadeia produtiva do pescado, além da necessidade de realização de educação sanitária junto ao comércio, de modo a reduzir os danos à saúde e garantir a segurança dos alimentos à base de pescado oferecidos à população.

Ao comparar as principais condições de infraestrutura dos mercados de peixes e os cuidados na higiene pessoal dos manipuladores com a Resolução ANVISA RDC nº 216/2004, observou-se que os aspectos sanitários nos mercados públicos de comercialização de pescado, no geral, são precários em nível estrutural e com deficiência no comportamento dos manipuladores consideradas básicas como a higiene pessoal.

## **Referências Bibliográficas**

1. PASTRO, D.C. *et al.* Use of molecular techniques for the analysis of the microbiological quality of fish marketed in the municipality of Cuiabá, Mato Grosso. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 39 (Supl. 1), p. 146-151, 2019.
2. GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. [S.l: s.n.], 2014.
3. CRUZ, M. S. *et al.* Comprando qualidade: costume, gosto e reciprocidade nas feiras livres do Vale do Jequitinhonha. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, p. 60, 2022.



4. GERHARD, F.; PEÑALOZA, V. Resilience in trade fairs: a study in brazilian context. **Interações**, Campo Grande, 19 (04), 855-869, 2018.
5. BITAR, N. P. Projetos urbanísticos, mercados populares e processos de patrimonialização na cidade do Rio de Janeiro. **Estudos Históricos**, 29 (57), 263-284, 2016.
6. SOUZA, E. R. O.; PONTES, A. N. Mercados públicos da cidade de Belém do Estado do Pará, Brasil: Inventário dos pescados comercializados e condições higiênico-sanitárias. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 8, jun. 2020.
7. FIGUEIREDO, A. V. A.; RECINE, E.; MONTEIRO, R. Regulação dos riscos dos alimentos: as tensões da Vigilância Sanitária no Brasil. **Temas Livres: Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 7, p. 2353-2366, jul. 2017.
8. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC 216**: Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n. 216 do Ministério da Saúde, 2004. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
9. SILVA JUNIOR, A. C. S.; BARBOSA, F. H. F.; MONTEIRO, J. F. Aspectos higiênico-sanitários na comercialização no Mercado de Pescado Igarapé das Mulheres, Macapá-AP. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 4, p. 15-19, 2016.
10. GUIMARÃES, I. R. B. *et al.* A prática na manipulação de alimentos em duas feiras livres de Belém, PA. **Higiene Alimentar**, Botucatu, v. 32, n. 276/277, p. 48-52, jan./fev. 2018.
11. BURITY, V. *et al.* **Direito humano à alimentação adequada no contexto da segurança alimentar e nutricional**. Brasília, DF: Ação Brasileira pela Nutrição e Direitos Humanos; 2010.
12. FARIAS FILHO, M. C.; ARRUDA FILHO, E. J. M. **Planejamento Pesquisa Científica**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2015.
13. CUNHA, M. A.; SILVA, T. Q.; MAIA FILHO, J. E. O.; CARDOSO, R. C. V. O comércio de camarões secos em Salvador/BA: Descrições entre o informal e o formal. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 4, p. 19785-19795, abr. 2020, doi: 10.34117/ bjdvn4-228. 2020.



14. SILVA, W. B.; NOGUEIRA, J. G.; PENA, H. W. A. Avaliação das condições higiênico-sanitárias na comercialização do pescado no mercado municipal de Icoaraci/Pará - Brasil. **Observatório de la Economía Latinoamericana**. 2014; (200).
15. GIRÃO, M. V. D. *et al.* Condições higiênico-sanitárias na comercialização de pescados em Sobral – CE. **Vigilância Sanitária em Debate**, Sobral, v. 3, n. 4, p. 136-140, 2015, doi: 10.3395/2317-269X.00448.
16. ALVES, E. M. P. *et.al.* Aspectos higiênicos–sanitários das instalações do mercado Ver-o-Peso e avaliação da temperatura dos peixes comercializados. **C&D - Revista Eletrônica da FAINOR**, Vitória da Conquista, v. 10, n. 2, p. 25-43, jun./ago. 2017.
17. FEITOSA, G. P. *et al.* Boas Práticas na manipulação de pescado como capacitação para manipuladores de pescado de Santarém, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, São Luís, v. 10, n. 2; p. 16-26, dez. 2017, doi: 10.18817/repesca.v10i2.1285.
18. ROSA, M. Y. O. *et al.* O risco sanitário na comercialização de alimentos em um mercado público da Amazônia: um estudo de caso em Belém (PA). **Scientia Plena**, v. 15, n. 10, p. 1-7, out.2019, doi: 10.14808/sci.plena.2019.101501.



## **Determinação das propriedades tecnológicas de farinha de semente de araticum (*Annona neosalicifolia* H. Rainer)**

**Luiz Henrique Han<sup>1\*</sup>; Jussara Navarini<sup>2</sup>; Paola dos Santos Fortes<sup>3</sup>; Camila Mendonça de Souza<sup>3</sup>**

**Resumo:** O aproveitamento das partes normalmente descartadas, tais como cascas, entrecasas e sementes, são excelentes opções para o desenvolvimento de novos produtos, como as farinhas funcionais. Objetivou-se elaborar farinha a partir da semente de araticum, bem como estudar suas propriedades tecnológicas. A secagem das sementes foi realizada em secador com ventilação forçada, em temperatura de 60 °C, até atingir aproximadamente 10% de umidade. Após a secagem as sementes foram trituradas em moinho ultra centrífugo a 16.000 rpm, com peneira de abertura de 1mm. Foram feitas análises das propriedades tecnológicas: Índice de solubilidade em água (ISA), Índice de absorção de água (IAA), Índice de absorção de óleo (IAO), Atividade emulsificante (AE) e Capacidade de formação de gel. A partir dos resultados obtidos, observou-se que a farinha apresenta valores de ISA e IAA relativamente baixos, no entanto estes resultados são satisfatórios para o emprego da farinha na elaboração de novos produtos. O IAO determinado foi superior aos descritos na literatura. Quanto AE e capacidade de formação de géis, foi observada a ausência das mesmas na farinha de semente de araticum. Com base nos resultados pode-se afirmar que a farinha de semente de araticum é ideal para produtos que não necessitem da formação de corpo no alimento, assim sendo ótimo para produtos de baixa umidade no final do processo, como bolos, biscoitos e pães.

**Palavras-chave:** Absorção de água. Aplicação tecnológica. Emulsão. Gelatinização.

### **Introdução**

O Brasil possui um grande potencial de recursos naturais, com capacidade de suprir a demanda do mercado por frutas e hortaliças. O consumo de frutas e hortaliças é recomendado por serem fontes de minerais e vitaminas. Atualmente, observa-se uma crescente exploração comercial de algumas espécies vegetais, como o açaí, pupunha, buriti, dentre outras. No entanto, existem inúmeras outras espécies que podem ser usadas como

---

<sup>1</sup>Discente, PPGCTA, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) – Unidade Encantado

<sup>2</sup>Docente, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) – Unidade Cruz Alta

<sup>3</sup>Discente, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) – Unidade Cruz Alta

E-mail para a correspondência: luiz-han@uergs.edu.br



fontes de macro e micronutrientes e substâncias bioativas, as quais são pouco consumidas e estudadas (1).

A *Annona neosalicifolia* é uma espécie arbórea nativa, conhecida como Araticum ou Araticum cortiça, pertence à família Annonaceae, possui importância econômica, ecológica e ornamental, com distribuição geográfica no Rio Grande do Sul, na floresta do Alto Uruguai e nas florestas das bacias Jacuí-Ibicuí e do Camaquã. Espécies da família Annonaceae, possuem alguns compostos bioativos, tais como, acetogeninas, alcaloides e flavonoides, ocorrendo em diferentes partes da planta, especialmente nas sementes e frutos, podendo estes compostos ser de uso medicinal ou não (2).

Através do aproveitamento das partes comumente descartadas, tais como cascas, entrecascas e sementes, que são excelentes opções para o desenvolvimento de novos produtos, como sucos, geleias e farinhas funcionais, que além de reduzir o desperdício, contribuem para a produção de alimentos mais saudáveis (3). No desenvolvimento de novos produtos, a farinha de subprodutos vem sendo bastante utilizada para enriquecer produtos de panificação (4).

As farinhas vegetais, servem como uma opção de substituição da farinha de trigo, ou para compor farinhas mistas, para a elaboração de produtos de panificação (biscoitos e pães) e massas alimentícias (5). A aplicação dessas farinhas depende muito de seu potencial como ingrediente funcional e do seu comportamento tecnológico no sistema alimentar durante o processamento dos alimentos, para garantir a qualidade final do produto, por isso é de suma importância caracterizá-la antes da sua aplicação (6-7).

As propriedades tecnológicas, são propriedades de um ingrediente não relacionadas aos seus fatores nutricionais, mas sim a fatores que influenciam na aparência física do alimento, assim influenciando o seu consumo. Estas propriedades estão relacionadas a composição química das farinhas, por exemplo, as proteínas têm a capacidade de absorção de água em sua superfície, assim conseguem formar emulsões estáveis, formar géis e espumas (8).

Considerando que o araticum apresenta importantes propriedades biológicas e que a semente deste fruto ainda não tem sido estudada no emprego da elaboração de farinha, este trabalho tem como objetivo elaborar a farinha da semente de araticum, bem como avaliar as suas propriedades tecnológicas.





## **Material e Métodos**

### **Matéria-prima**

Os frutos são oriundos de árvores não cultivadas, localizadas nos municípios de Cacique Doble e Cruz Alta, ambos municípios do estado do Rio Grande do Sul.

### **Secagem e elaboração da farinha de semente de araticum**

Inicialmente, os frutos coletados foram levados ao laboratório de alimentos da unidade de Cruz Alta e higienizados com solução de 100 ppm de hipoclorito de sódio, em seguida abertos para retirada das sementes e despulpamento das mesmas. As sementes foram lavadas em água corrente e secas com papel absorvente. Na sequência, foram distribuídas em bandejas e levadas a secador com ventilação forçada de ar à temperatura de 60 °C, até as sementes apresentarem cerca de 10% de umidade. Após, foi realizada a trituração das sementes em moinho ultra centrífugo (Retsch ZM 200, Haan, Alemanha) a 16.000 rpm, com peneira de abertura de 1mm e armazenadas em sacos de polipropileno para posterior realização das propriedades tecnológicas.

### **Análise das propriedades tecnológicas**

Índice de solubilidade em água (ISA) e Índice de absorção de água (IAA)

O ISA e o IAA, foram determinados segundo Okezie e Bello (9) com alterações. Inicialmente, pesou-se 0,5 g de farinha de semente de araticum e adicionou-se 25 mL de água. Na sequência, a mistura foi levada para agitação em agitador mecânico (Tecnal TE-139, Piracicaba, Brasil) por 5 minutos a 2.000 rpm e logo após centrifugada (Metroterm MTD III Plus, Porto Alegre, Brasil) a 3.200 rpm por 20 minutos. O líquido sobrenadante foi levado a estufa (DeLeo DL-SE, Porto Alegre, Brasil) à 105 ± 2 °C, para evaporação da água, até peso constante, o ISA foi calculado pela Equação 1. A farinha úmida remanescente foi pesada e o IAA foi calculado pela Equação 2.

$$ISA = \frac{\text{Resíduo da evaporação (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

$$IAA = \frac{\text{Água absorvida pela amostra (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \quad \text{Eq. 2}$$



### Índice de absorção de óleo (IAO)

Para a determinação do índice de absorção de óleo foi utilizada a metodologia de Okezie e Bello (9) com alterações. Pesou-se 0,5 g de farinha de semente de araticum e adicionou-se 25 mL de óleo de soja, e em seguida a mistura foi levada a agitação em agitador mecânico por 5 minutos a 2.000 rpm e logo após centrifugada a 3.200 rpm por 20 minutos. O líquido sobrenadante foi descartado e a farinha úmida remanescente foi pesada. O IAO foi calculado pela Equação 3.

$$IAO = \frac{\text{Óleo absorvido pela amostra (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \text{ Eq. 3}$$

### Atividade emulsificante (AE)

A atividade emulsificante foi determinada segundo Yasumatsu et al. (10) com alterações. Em um recipiente pesou-se 1,5 g de farinha de semente de araticum e transferiu a amostra para tubo Falcon de 50 mL. Na sequência foram adicionados 15 mL de água e 15 mL de óleo de soja. Em seguida a mistura foi levada para agitação em agitador mecânico e logo após centrifugada a 3.000 rpm por 5 minutos, a AE foi então calculada pela Equação 4.

$$AE = \frac{\text{Camada emulsificada (mL)}}{\text{Volume do tubo (mL)}} \times 100 \text{ Eq. 4}$$

### Capacidade de formação de gel

A capacidade de formação de gel foi determinada segundo Coffmann e Garcia (11). Foram preparadas amostras de farinha de semente de araticum nas concentrações de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20%, cada amostra foi diluída em 20 mL de água, submetidas à temperatura de 90 °C em banho-maria por 30 minutos. Após, foi resfriada em temperatura ambiente e levada à refrigeração à 4 °C durante 2 horas. Para avaliar a formação de gel, os tubos foram invertidos e analisados. Os resultados foram expressos em ausência de gel (-), gel fraco (±) e gel resistente (+).

## Resultados e Discussão



A Tabela 1 apresenta os resultados de índice de solubilidade em água (ISA), índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO) da farinha de araticum.

**Tabela 1** – Propriedades tecnológicas da farinha de semente de araticum

<b>Parâmetros</b>	<b>%</b>
Índice de solubilidade em água	0,97 ± 0,414
Índice de absorção de água	2,01 ± 0,012
Índice de absorção de óleo	2,97 ± 0,10

Fonte: Dos autores, 2022.

A partir da tabela acima pode-se observar que a farinha apresenta índice de solubilidade em água (ISA) foi de 0,97%, sendo considerado muito baixo quando comparados com estudos descritos por Santana et al. (12), para farinhas de linhaça dourada (15,33%), feijão branco (14,0%) e linhaça marrom (14,0%). Tavares et al. (7), relacionam o ISA com o teor de umidade da matéria-prima, sendo que altos valores de ISA são encontrados em alimentos com umidade elevada. Bastos (13) cita que valores elevados de solubilidade são importantes para misturas como molhos, sopas, entre outros. Porém, para produtos cárneos não é necessária alto ISA, pois, nestes, procura-se uma textura mais firme e que não se dissolva em altas temperaturas.

O índice de absorção de água (IAA) da farinha de semente de araticum foi de 2,01%, inferior aos encontrados por Abreu (14) para sementes de Cagaita (3,49%), Mama-cadela (2,87%) e de Mangaba (3,01%), e também por Borges et al. (15) em farinha de resíduo de açaí (3,12%). Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al. (16) para semente de goiaba (2,13%).

Valores elevados de IAA de uma farinha são desejáveis, assim sendo ideal para elaboração de produtos cárneos, pães e bolos, permitindo a adição de água a fim de facilitar o manuseio da massa e assim evitando possível ressecamento (17). Sendo assim, quanto maior a porcentagem de farinha utilizada para a elaboração destes produtos, maior será a absorção de água e, conseqüentemente, mais líquido poderá ser utilizado no processo.

Quanto ao índice de absorção de óleo (IAO) para a farinha de semente de araticum, pode observar que o valor obtido foi de 2,97%, superior aos encontrados por Abreu (14) para sementes de Cagaita (1,21%), Mama-cadela (1,05%) e de Mangaba (0,92%), e também por



Borges et al. (15) em farinha de resíduo de açaí (2,47%). Resultados semelhantes foram encontrados por Santana et al. (12) para farinha de banana (3,02%).

Dessa forma, pode-se afirmar que o IAO desse estudo foi relativamente alto, com isso, essa farinha pode ser inserida em produtos cárneos ou emulsionados como massas de bolos, maioneses, queijos processados e extensores de carne. Portanto, a palatabilidade, consistência, viscosidade e textura dos alimentos, podem ser melhoradas pela incorporação dessa farinha, pois o IAO verificado facilita o uso em diversos produtos alimentícios (12).

As propriedades emulsificantes são influenciadas pelas quantidades de proteínas solúveis na farinha (12), visto que as proteínas também podem atuar como emulsificantes, dando estabilidade as emulsões por um longo período de tempo.

Ao analisar a atividade emulsificante da farinha de semente de araticum observou que a mesma não apresenta atividade emulsificante, resultado semelhante ao encontrado por Santana et al. (12) ao estudar farinha de uva, na qual o autor obteve 6,67% de AE. Portanto, farinhas sem ou com baixa atividade emulsificante, não são de interesse comercial para aplicação em produtos cárneos, pois neste caso, deseja-se que esta farinha contribua para a formação da emulsão do produto final, porém podem ser destinados a alimentos com baixo teor de umidade.

O fenômeno de gelatinização, é a formação de uma rede tridimensional de carboidratos modificados ou não por processos térmicos, juntamente com moléculas de proteína e lipídios parcialmente desnaturadas (18).

A Tabela 2 apresenta a capacidade de formação de gel da farinha de semente de araticum nas concentrações entre 2 a 20 %.

**Tabela 2** – Capacidade de formação de gel da farinha de semente de araticum

Percentual de farinha (%)									
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: Ausência de gel (-); Gel frágil (±); Gel resistente (+).

A farinha de semente de araticum não apresentou capacidade de formação de gel no teste realizado. Esta farinha não é indicada para a produção de mingaus, cremes e molhos que dependem da formação de gel da farinha para o aprisionamento da água. As farinhas de uva e de soja, também não apresentaram formação de gel (12). Farinhas sem a capacidade



de formar géis podem ser usadas para produtos que apresentem baixa umidade no final do processo, como bolos, biscoitos e pães.

## **Conclusão**

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que a farinha de semente de araticum apresentou propriedades satisfatórias de absorção de água e solubilidade em água, e boa propriedade de absorção de óleo, assim indicando ser possível utilizar em produtos que apresente teores baixos de umidade ao final do processo, tais como produtos de panificação (bolos, biscoitos e pães).

A farinha de semente de araticum não apresentou atividade emulsificante nem capacidade de formação de géis, indicando não ser adequada para formulação de mingaus, cremes e molhos, assim confirmando que é ideal para produtos com baixo teor de umidade.

A farinha de araticum apresenta características que permite seu uso como ingredientes com propriedades funcionais tecnológicas para diversas aplicações de interesse para produtos de panificação.

## **Referências Bibliográficas**

1. MARTINS, V.C.; BRAGA, E.C.O.; MAZZA, K.E.L.; ROCHA, J.F.; CUNHA, C.P.; PACHECO, S.; NASCIMENTO, L.S.M.; SANTIAGO, M.C.P.A.; BORGUINI, R.G.; GODOY, R.L.O. Caracterização Química da Polpa do Fruto Jerivá (*Syagrus romanzoffiana* Cham.). **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 7, n. 6, p. 2422-2437, 2015.
2. SILVEIRA, R.S. Propagação vegetativa do araticum (*Annona neosalicifolia* H. Rainer) utilizando diferentes tipos de estacas e substratos. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 4257-4262, 2020.
3. LAURINDO, T.R.; RIBEIRO, K.A.R. Aproveitamento integral de alimentos. **Interciência & Sociedade**, v. 3, n. 2, p. 17-26, 2014.
4. LARROSA, A.P.Q.; OTERO, D.M. Flour made from fruit by-products: Characteristics, processing conditions, and applications. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, n. 5, p. e15398, 2021.





5. SILVEIRA, M.L.R.; SANTOS, C.O.; PENNA, N.G.; SAUTTER, C.K.; ROSA, C.S.; BERTAGNOLLI, S.M.M. Aproveitamento tecnológico das sementes de goiaba (*Psidium guajava* L.) como farinha na elaboração de biscoitos. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 34, n. 1, 2016.
6. GUIMARÃES, R.C.A.; FAVORO, S.P.; VIANA, A.C.A.; BRAGA NETO, J.A.; NEVES, A.V.; HONER, M.R. Study of the proteins in the defatted flour and protein concentrate of baru nuts (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 3, p. 464–470, 2012.
7. TAVARES, J.A.S.; SOARES JÚNIOR, M.S.; BECKER, F.S.; COSTA, E.E. Mudanças funcionais de farinha de arroz torrada com micro-ondas em função do teor de umidade e do tempo de processamento. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1102–1109, 2012.
8. MIZUBUTI, I.Y.; BIONDO JUNIOR, O.; SOUZA, L.W.O.; SILVA, R.S.S.F.; IDA, E.I. Propriedades funcionais da farinha e concentrado protéico de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 50, n. 3, p. 274-280, 2000.
9. OKEZIE, B.O.; BELLO, A.B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 2, p. 450-454, 1988.
10. YASUMATSU, K.; SAWADA, K.; MORITAKA, S.; MISAKI, M.; TODA, J.; WADA, T.; ISHII, K. Whipping and emulsifying properties of soy bean products. **Journal of Agriculture and Biology Chemistry**, Nagoya, v. 36, n. 5, p. 719-727, 1972.
11. COFFMANN, C.N.; GARCIA, V.V. Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 12, n. 5, p. 473, 1977.
12. SANTANA, G.S.; OLIVEIRA FILHO, J.G.; EGEA, M.B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 2, p. 88-95, 2017.



13. BASTOS, G.M. **Resíduos da industrialização de batata: aplicação na produção de farinhas, snacks, farinhas pré-gelatinizadas e massa alimentícia fresca sem glúten.** 2012. 214 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
14. ABREU, P.A.A. **Caracterização dos fatores nutricionais e antinutricionais de sementes de frutos do cerrado.** 2015. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
15. BORGES, M.V.; SOUZA, E.B.; SILVEIRA, M.F.A.; SOUZA, A.R.M.; ALVES, V.M.; NUNES, L.B.M.; BARROS, S.K.A. Propriedades físico-químicas e tecnológicas da farinha do resíduo de açaí e sua utilização. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 5, p. e17810514517, 2021
16. GARCIA, D.M.; ALENCAR, U.R.; MOTA, B.G.; BORGES, I.R.; SOUZA, P.O. Determinação de características tecnológicas de farinhas produzidas a partir de resíduos de polpas de mamão, melão e goiaba e sua utilização na elaboração de biscoitos tipo *cookies*. **ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v. 4, n. 1, p. 29-41, 2017.
17. PORTE, A.; SILVA, E.F.; ALMEIDA, V.D.S.; SILVA, T.X.; PORTE, L.H.M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2011.
18. ADEBOWALE, K.O.; LAWAL, O.S. Foaming, gelation and electrophoretic characteristics of mucuna bean (*Mucuna pruriens*) protein concentrates. **Food Chemistry**, Boston, v. 83, p. 237–246, 2003.



## Geleias e a adequação a legislação de rotulagem vigente

Ornella Moreira Diniz <sup>1</sup>

**Resumo:** O objetivo desse estudo foi avaliar os rótulos das geleias disponíveis para comercialização na cidade de Belo Horizonte em Minas Gerais e o alinhamento a legislação vigente. A geleia é definida como o alimento preparado com frutas e/ou sucos ou extratos aquosos das mesmas, podendo ser acrescidos frutas inteiras, e/ou pedaços, devendo tais ingredientes ser misturados com açúcares, podendo ou não ser adicionado água, pectina, ácidos e outros ingredientes autorizados pela legislação; a mistura será manipulada até uma consistência semissólida adequada e, no final do processo armazenada de modo a garantir sua conservação. Os rótulos avaliados foram de produtos disponíveis para a venda, em 2 supermercados centrais da cidade de Belo Horizonte no estado de Minas Gerais. O período de coleta dos dados, foi dezembro a fevereiro de 2021. Os rótulos das embalagens foram fotografados e as informações lançadas em uma planilha de Excel® e comparadas com a legislação vigente de alimentos no Brasil. Todas as geleias analisadas apresentaram a rotulagem obrigatória para alimentos embalados. O item referente a forma de conservação antes da abertura do produto foi o item em maior desacordo em 23 (49%) dos produtos e o item em menor desacordo com a legislação foi a formatação da tabela de Informação Nutricional com 1 (3%) rótulo incorreto. Os rótulos de geleia em sua minoria estão em desacordo com a legislação, porém as informações nos rótulos devem estar de acordo com a legislação facilitando a identificação pelo consumidor e a fiscalização brasileira deveria ser mais intensa com relação à rotulagem que consta nos produtos e chegam até o consumidor.

**Palavras-chave:** Frutas. Informações. Rótulo.

### Introdução

A geleia é definida como o alimento preparado com frutas e/ou sucos ou extratos aquosos das mesmas, podendo ser acrescidos frutas inteiras, e/ou pedaços, devendo tais ingredientes ser misturados com açúcares, podendo ou não ser adicionado água, pectina, ácidos e outros ingredientes autorizados pela legislação, a mistura será manipulada até uma consistência semissólida adequada e, no final do processo armazenada de modo a garantir sua conservação (1). A geleia é classificada como comum: produzida com 40 partes de frutas frescas ou suco e 60 partes de açúcar. Geleia extra: preparada com 50 partes de frutas frescas ou suco e 50 partes de açúcar (2). O produto é denominado, "geleia", seguido do nome da fruta utilizada, por exemplo: geleia de uva.

---

Pós graduada, Nutrição, Universidade Estácio de Sá - UNESA.

E-mail para a correspondência: rnllyoga@gmail.com\*



A geleia pode ser simples, quando se utiliza um único tipo de fruta ou mista, quando for usado mais de uma espécie de fruta (1). As geleias de frutas mistas deverão ser denominadas pelas palavras "geleias mista de..." ou "geleia de..." incluindo os nomes das frutas em ordem decrescente da quantidade de insumo usada (3). Em todos os produtos produzidos dentro do território nacional estão sujeitos a lei nº 10674/03, que determina a orientação se o produto "contém Glúten" ou "não contém Glúten" em seu rótulo (4). O Glúten, é uma proteína de origem vegetal presente no centeio, na cevada, no trigo e na aveia por contaminação cruzada. Os sintomas que aparecem quando o celíaco ingere o glúten vão desde um desconforto gástrico como gases e diarreia até a anafilaxia que é o estágio mais grave da reação (7)

A composição da geleia pode variar conforme a qualidade dos insumos utilizados. Dentro da legislação vigente para geleias podem ser utilizadas as frutas que são consideradas alguma parte da planta que tenha um sabor adocicado, sendo essa distinta de uma classificação botânica onde a fruta é denominada como um ovário ou carpelo já anoso que contém sementes (6).

No Brasil, a rotulagem de alimentos tem o seu regimento específico, como por exemplo as RDC 29/98; RDC 38/98, RDC 94/00; RDC 259/02; RDC 359/03; RDC 54/12; RDC 12/78 e Lei 10.674/03. O objetivo desse estudo foi avaliar os rótulos das geleias disponíveis para comercialização na cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais e o alinhamento desses produtos a legislação vigente.

## **Material e Métodos**

Estudo transversal, amostra de conveniência, onde os rótulos avaliados foram de produtos disponíveis para a venda, em prateleiras de 4 supermercados, na região central da cidade de Belo Horizonte no estado de Minas Gerais. O período de coleta dos dados, foi de dezembro a fevereiro de 2021. Os rótulos das embalagens foram fotografados e as informações lançadas em uma planilha de Excel® e comparadas com a legislação vigente de alimentos no Brasil.

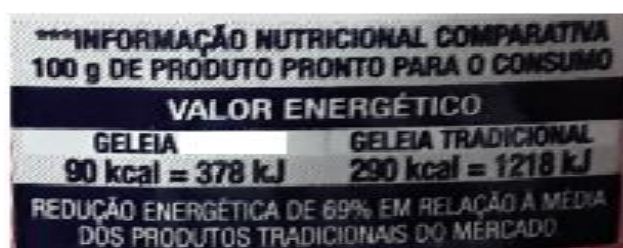
## **Resultados e Discussão**

Foram encontradas geleias tradicionais, diet, *light* e zero. Sendo o produto zero, possui valores determinados para o atributo "não contém" são considerados não significativos e devem ser informados na tabela de informação nutricional como "zero", "0" ou "não contém" (7). Diet, é um termo utilizado em alimentos para fins especiais, para dietas com restrição de carboidratos como

sacarose, frutose e ou glicose, dextrose (8). Produtos especialmente desenvolvidos para atender às necessidades de um público específico com distúrbios no metabolismo desses açúcares. Contendo até 0,5 g de sacarose, frutose e ou glicose por 100g/mL do produto final a ser ingerido (9).

A expressão *light* é empregada para alimentos como Informação Nutricional Complementar – INC, em um produto (8), quando esse tiver redução de 25% em algum nutriente quando comparado a um alimento padrão de características aproximadas (7), conforme a ilustração do rótulo, abaixo.

Figura1 - Rótulo comparando a quantidade de calorias de um geleia *light* e de uma geleia tradicional.



***INFORMAÇÃO NUTRICIONAL COMPARATIVA 100 g DE PRODUTO PRONTO PARA O CONSUMO	
VALOR ENERGÉTICO	
GELEIA	GELEIA TRADICIONAL
90 kcal = 378 kJ	290 kcal = 1218 kJ
REDUÇÃO ENERGÉTICA DE 69% EM RELAÇÃO À MÉDIA DOS PRODUTOS TRADICIONAIS DO MERCADO	

Fonte: Dos autores, 2022.

Nos rótulos devem constar as informações obrigatórias que são: a denominação de venda; lista de ingredientes; conteúdos líquidos; identificação da origem; nome/razão social e endereço do importador, no caso de alimentos importados; lote; prazo de validade e instruções de armazenamento (10). Foram identificadas 47 geleias disponíveis nas prateleiras do supermercado, de 12 marcas, diferenciadas pelas letras que vão de A a M, e os números são a quantidade de sabores das geleias encontradas, conforme as informações que constam na tabela 1.

Tabela 1. Informações marca, sabor, se o produto é importado ou nacional, peso e versão diet, *light* zero ou comum, sobre as geleias.

Marca	Sabor	Importada/ Nacional	Peso	Diet/Light/Zero/ comum	Tipo de embalagem
A1	Amora	Nacional	200 g	Zero	Vidro
B1	Morango	Nacional	200 g	Zero	Vidro
B2	Uva	Nacional	200 g	Zero	Vidro
B3	Frutas vermelhas (Amora, Morango, Framboesa)	Nacional	200 g	Zero	Vidro
C1	Framboesa	Nacional	230 g	Zero	Vidro
D1	Morango	Nacional	240 g	Comum	Vidro
D2	Frutas vermelhas (Morango, Amora e Framboesa)	Nacional	240 g	Comum	Vidro





D3	Amora	Nacional	240 g	Comum	Vidro
D4	Cabernet Sauvignon	Nacional	240 g	Comum	Vidro
D5	Morango	Nacional	240 g	Comum	Vidro
D6	Damasco	Nacional	240 g	Comum	Vidro
E1	Morango	Importada	240 g	Comum	Vidro
E2	Damasco	Importada	240 g	Comum	Vidro
E3	Framboesa	Importada	240 g	Comum	Vidro
F1	Mirtilo	Nacional	250 g	<i>Light</i>	Vidro
F2	Frutas vermelhas (Amora, Morango, Framboesa e Mirtilo)	Nacional	250 g	<i>Light</i>	Vidro
F3	Morango	Nacional	250 g	<i>Light</i>	Vidro
F4	Damasco	Nacional	250 g	<i>Light</i>	Vidro
F5	Amora	Nacional	250 g	<i>Light</i>	Vidro
G1	Morango	Nacional	250 g	Zero	Vidro
G2	Amora	Nacional	250 g	Zero	Vidro
G3	Damasco	Nacional	250 g	Zero	Vidro
G4	Framboesa	Nacional	250 g	Zero	Vidro
H1	Morango	Nacional	260 g	<i>Light</i>	Vidro
H2	Frutas vermelhas (Amora, Morango, Framboesa)	Nacional	260 g	<i>Light</i>	Vidro
H3	Framboesa	Nacional	260 g	<i>Light</i>	Vidro
I4	Frutas silvestres (Amora, Mirtilo, Cassis e Framboesa)	Nacional	270 g	Comum	Vidro
J1	Goiaba	Nacional	280 g	Diet	Vidro
J2	Amora	Nacional	280 g	Diet	Vidro
J3	Morango	Nacional	280 g	Diet	Vidro
L1	Romã e Framboesas	Importada	284 g	Comum	Vidro
L2	Quatro frutas (Mistura de amora, framboesa, morango e cereja preta)	Importada	284 g	Comum	Vidro
L3	Laranja e Gengibre	Importada	284 g	Comum	Vidro
L4	Cranberry e Mirtilo	Importada	284 g	Comum	Vidro
L5	Framboesa	Importada	284 g	Comum	Vidro
L6	Morango	Importada	284 g	Comum	Vidro
L7	Cereja preta	Importada	284 g	Comum	Vidro
L8	Amora Silvestre	Importada	284 g	Comum	Vidro
L9	Damasco	Importada	284 g	Comum	Vidro
L10	Figo	Importada	284 g	Comum	Vidro
M1	Rosas	Importada	360 g	Comum	Vidro
M2	Damasco	Importada	360 g	Comum	Vidro
M3	Ameixa	Importada	360 g	Comum	Vidro
M4	Figo	Importada	360 g	Comum	Vidro
M5	Morango	Importada	360 g	Comum	Vidro
M6	Cereja Amarena	Importada	360 g	Comum	Vidro
M7	Framboesa	Importada	360 g	Comum	Vidro



Fonte: Dos autores, 2022.

Com relação ao endereço, que deve ser informado obrigatoriamente completo como determina a RDC 259/02, logradouro rua, avenida, travessa, beco etc; número, quando houver; complemento, quando houver; bairro, estado, cidade, cep e país (10). Os dados do endereço estava incompleto nos rótulos das geleias em 9 (19%), dos rótulos estava sem a informação do bairro e em 7 (15%) estava sem a informação do país de origem do produto.

Para a identificação da origem do produto deve ser utilizado uma das expressões “fabricado em...”, “produto ...” ou “indústria (10), como consta na tabela 2, a seguir.

Tabela 2. Expressões usadas para identificação da origem do produto.

<b>Informação</b>	<b>RDC</b>	<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
A expressão “fabricado por”	259/02	6.4.2	4	8.5%
A expressão “produzido e distribuído por”	259/02	6.4.2	4	8.5%
Produzido por	259/02	6.4.2	2	4%
Importado e distribuído por	259/02	6.4.2	20	42.5%
Produzido e envasado por	259/02	6.4.2	6	13.5%
Não foi utilizado a identificação de origem antes do nome do produtor/fabricante	259/02	6.4.2	11	23%

Fonte: Dos autores, 2022.

Os ingredientes que compõem o alimento devem ser descritos no rótulo, na lista de ingredientes, em ordem decrescente e precedida da identificação “ingredientes” ou “ingr.” (10). Em 8 (17%), foi utilizado a abreviatura “ingr.” e em 39 (83%) a palavra ingredientes foi escrita por extenso, como consta na RDC 259/02, no item 6.2.2.

A data de fabricação ou prazo de validade, podem ser indicadas, pelo menos, o dia e o mês ou o mês e o ano (nesta ordem). O prazo de validade deve constar de pelo menos: o dia e o mês para produtos que tenham prazo de validade inferior a três meses; o mês e o ano para produtos que tenham prazo de validade acima de três meses. Se o mês de vencimento for dezembro, basta indicar o ano, com a expressão “fim de.....” (ano) (10). O prazo de validade foi informado com dia, mês e ano, conforme a RDC 259/02, em 47 rótulos (100%) das amostras.

Em um estudo semelhante, foram identificados os seguintes, dados: o endereço do fabricante, lista de ingredientes e os aditivos; e o prazo de validade estavam presentes em 100% (n=8) das amostras. A data de fabricação constava em 6 (75%), o número do lote aparece em 4 (50%) rótulos e as instruções de armazenamento constam em 7 (87.5%) das embalagens (11). Para a rastreabilidade



do produto dentre os dados utilizados, o lote é o mais comumente utilizado. Em 12 rótulos (25.5%) das embalagens utilizaram a palavra lote, por extenso e em 35 rótulos (74.5%) Indicação da letra L: posterior o código, conforme determinado na RDC 259/02, nos itens 6.5.2 e 6.5.3.

O consumidor deve ser orientado sobre as condições de conservação do produto para que sejam mantidos as características sensoriais até a sua consumação. Após aberto se houver condições que alterem o produto as orientação de conservação após a abertura devem ser fornecidas (10). As orientações para a conservação do produto antes e após abertos, pelo fabricante estão descritos na tabela 3, a seguir:

Tabela 3. Orientações para a conservação do produto antes de aberto e depois da abertura.

<b>Informação</b>	<b>RDC</b>	<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
Os produtos antes de serem abertos, devem ser mantidos em local, seco, fresco, arejado e ao abrigo do sol.	259/02	6.6.2	17	36%
Conservar em local seco e fresco.	259/02	6.6.2	7	15%
Não informam sobre a forma de conservação antes da abertura do produto.	259/02	6.6.2	23	49%
Após aberto manter em refrigeração e consumir em até 5 dias.	259/02	6.6.2	10	21.5%
Após aberto, conserve o produto refrigerado e consuma em até 10 dias.	259/02	6.6.2	7	15%
Após aberto manter em geladeira por 10 dias.	259/02	6.6.2	4	8.5%
Após aberto, conserve o produto refrigerado e consuma em até 15 dias.	259/02	6.6.2	10	21.5%
Manter em geladeira após aberto e consumir em até 20 dias.	259/02	6.6.2	2	4%
Após aberto, conservar em geladeira e consumir em até 7 dias			3	6%
Após aberto, conserve o produto refrigerado e consuma em até 30 dias.	259/02	6.6.2	11	23.5%

Fonte: Dos autores, 2022.

No estudo desenvolvido por (11) na composição das geleias foram encontrados o componentes açúcar e pectina em 8 (100%) dos rótulos. O xarope de glicose 5 (62.5%) e os aditivos, foram: os conservantes benzoato de sódio 1 (12.5%), sorbato de potássio 6 (75%), dióxido de enxofre/ sorbato de potássio 1 (12.5%) e os acidulantes ácido láctico 2 (25%) e ácido cítrico 3



(37.5%) (11). Os ingredientes identificados na composição das geleias, com alegações diet, comum (tradicional), *light* e zero, estão listados na tabela 4, a seguir.

Tabela 4. A composição encontradas nas geleias são *light*, diet e zero, constam na tabela foram:

<b><i>Light</i></b>	<b><i>Zero</i></b>	<b><i>Diet</i></b>	<b><i>Comum</i></b>
Frutas	Frutas	Frutas	Frutas
Açúcar	Suco de maçã	<b>Edulcorantes</b>	Suco de limão
Glicose	<b>Edulcorantes</b>	Esteviosídeo	<b>Estabilizante</b>
<b>Edulcorantes</b>	Sucralose	Sucralose	Pectina
Sucralose	Sorbitol	Sorbitol	Fosfato tricálcico
Sorbitol	<b>Estabilizante</b>	Maltitol	
<b>Estabilizante</b>	Pectina	Ciclamato de sódio	
Pectina	Fosfato tricálcico	Sacarina sódica	
<b>Agente de firmeza</b>	Sorbato de potássio	<b>Estabilizante</b>	
Fosfato tricálcico	<b>Agente de firmeza</b>	Pectina	
<b>Conservador</b>	Fosfato tricálcico	<b>Agente de firmeza</b>	
Sorbato de potássio	<b>Conservador</b>	Fosfato tricálcico	
<b>Corantes</b>	Sorbato de potássio	<b>Conservador</b>	
Carmim	Pectina	Sorbato de potássio	
Antocianina		<b>Corantes</b>	
<b>Espessante</b>		Carmim	
Goma xantana		Antocianina	
<b>Acidulantes</b>		<b>Espessante</b>	
Ácido cítrico		Goma xantana	
<b>Antioxidante</b>		<b>Acidulantes</b>	
Ácido ascórbico		Ácido cítrico	
		<b>Antioxidante</b>	
		Ácido ascórbico	
		<b>Aromatizante</b>	
		Aroma natural de morango	
		<b>Gelificante</b>	
		Pectina	
		<b>Antiespumante</b>	
		Monoglicérides de ácidos graxos	
		Diglicérides de ácidos graxos	
		<b>Espessante</b>	
		Carragena	
		Acidulante ácido cítrico.	



Fonte: Dos autores, 2022.

Para os alimentos cuja ingestão diária seja maior que 20g de manitol, 50g de sorbitol, 90g de polidextrose ou de outros polióis que possam ter efeito laxativo nos consumidores (12), foram encontradas as seguintes orientações sobre o consumo, na tabela 5, podemos verificar as informações que constam nas geleias diet e light.

Tabela 5. Orientações sobre o consumo de geleias diet e light.

<b>Informação</b>	<b>RDC/ Portaria</b>	<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
“Para dietas com ingestão controlada de açúcares. “, em geleias Diet	29/98	2.2.2 d	4	8.5%
“Este produto pode ter efeito laxativo.”	29/98	8.2.6	10	21%
“Consumir preferencialmente sob orientação de médico e/ou nutricionista.”	29/98	8.2.7	8	17.5%
“Este não é um alimento baixo ou reduzido em valor energético.”	54/12	5.1	1	2%
Desnecessário a informação, pelo produtos não se enquadrar nos critérios de diet, light e zero.			24	51%

Fonte: Dos autores, 2022.

A RDC 359/03, que define porção da geleia em 20g e sua medida caseira em uma colher de sopa (13). Em 47 amostras (100%), a porção é definida como 20g e a indicação da medida caseira seria de 1 colher de sopa, conforme determina a RDC 359/03.

A legislação determina qual o formato que deve ser a tabela e a ordem das Informações Nutricionais, que devem constar no rótulo (14), conforme descrito na tabela 6, abaixo.

Tabela 6. Tabela de informação nutricional em desacordo com a legislação, na tabela a seguir.

<b>Informação</b>	<b>RDC</b>	<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
Alguns nutrientes declarados fora da tabela	94/00	3.4.3	3	6%
A formatação em desacordo	94/00	3.4.3	1	2%
De acordo com a legislação	94/00	3.4.3	43	92%

Fonte: Dos autores, 2022.

## **Conclusão**

Todas as geleias analisadas apresentaram a rotulagem obrigatória para alimentos embalados. Os itens não conformes nos rótulos foram: endereço incompleto, faltando o bairro em 9 (19%) e o





país em 7 (15%) dos rótulos avaliados. Em 11 (23%) das amostras não foi utilizado a identificação de origem antes do nome do produtor/fabricante. Em 23 (49%) dos produtos não informam sobre a forma de conservação antes da abertura do produto. Com relação a Informação Nutricional em 3 (6%) a declaração de alguns nutrientes estavam fora da tabela de Informação Nutricional e a formatação de 1 (3%) estava em desacordo com a legislação. Os rótulos de geleia em sua minoria estão em desacordo com a legislação, porém as informações nos rótulos devem estar de acordo com a legislação facilitando a identificação pelo consumidor e a fiscalização brasileira deveria ser mais intensa com relação à rotulagem que consta nos produtos e chegam até o consumidor.

### Referências Bibliográficas

1. \_\_\_\_\_. Resolução nº 12, DE 1978. Aprovar as seguintes NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. À medida que a CNNPA for fixando os padrões de identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas) constantes desta Resolução, estas prevalecerão sobre as NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS ora adotadas. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnpa/1978/res0012\\_30\\_03\\_1978.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnpa/1978/res0012_30_03_1978.html) Acesso em: 25/mar./2022.
2. KROLOW, A.C.R. Preparo Artesanal de geleias e geleias Pelotas: Embrapa Clima temperado, 39 p. 2ª edição. 2013.
3. MORO, RODRIGUES & COSTA, 2011. ANÁLISE DA ROTULAGEM DE GELÉIAS DE UVA COMERCIALIZADAS EM RIO GRANDE, RS Disponível em: [https://www2.ufpel.edu.br/enpos/2011/anais/pdf/CA/CA\\_00042.pdf](https://www2.ufpel.edu.br/enpos/2011/anais/pdf/CA/CA_00042.pdf) Acesso em: 03/06/2022
15. PEREIRA, H.L. *et al.* Revista Faculdade Montes Belos (FMB), v. 7, nº 1, 2014, p (130-153), 2014 ISSN 18088597. Disponível em: <http://revista.fmb.edu.br/index.php/fmb/article/view/148/142> Acesso em: 03/abr./2022
4. \_\_\_\_\_. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003.** Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.674.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.674.htm) Acesso em: 25/mar./2022.
5. FERREIRA, F; INACIO, F. Patologia associada ao trigo: Alergia IgE e não IgE mediada, doença celíaca, hipersensibilidade não celíaca, FODMAP. Revista Portuguesa de Imunoalergologia. 2018; 26 171-187.
6. CONCEITO DE FRUTA. 2020. Blog. Disponível em: <https://conceito.de/fruta> Acesso em 11/mar./2022



7. \_\_\_\_\_. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução - RDC nº 54, DE 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em:  
[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html) Acesso em: 08/mar./2022.
8. \_\_\_\_\_. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Consumo e saúde. Alimentos Diet e Light - entenda a diferença. OUVIDORIA/ANVISA E DPDC/SENAÇON – Ano 5 n.33, dezembro de 2013. Disponível em: <https://www.justica.gov.br/seus-direitos/consumidor/Anexos/consumo-e-saude-no-33-alimentos-diet-e-light-entenda-a-diferenca.pdf> Acesso em: 04/mar./2022
9. \_\_\_\_\_. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Portaria nº 38, de 13 de janeiro de 1998. Aprovar o Regulamento Técnico referente a Adoçantes de Mesa, constante do anexo desta Portaria. Disponível em:  
[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1998/prt0038\\_13\\_01\\_1998.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1998/prt0038_13_01_1998.html) Acesso em: 07/mar./2022
10. \_\_\_\_\_. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução RDC 259 de 20 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259\\_20\\_09\\_2002.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.html) Acesso em: 15/mar./2022
11. MORO, RODRIGUES & COSTA, 2011. ANÁLISE DA ROTULAGEM DE GELÉIAS DE UVA COMERCIALIZADAS EM RIO GRANDE, RS Disponível em:  
[https://www2.ufpel.edu.br/enpos/2011/anais/pdf/CA/CA\\_00042.pdf](https://www2.ufpel.edu.br/enpos/2011/anais/pdf/CA/CA_00042.pdf) Acesso em: 03/06/2022
15. PEREIRA, H.L. *et al.* Revista Faculdade Montes Belos (FMB), v. 7, nº 1, 2014, p (130-153), 2014 ISSN 18088597. Disponível em: <http://revista.fmb.edu.br/index.php/fmb/article/view/148/142> Acesso em: 03/abr./2022
12. BRASIL. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Aprovar o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais, constante do anexo desta Portaria. Disponível em:  
[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1998/prt0029\\_13\\_01\\_1998\\_rep.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1998/prt0029_13_01_1998_rep.html) Acesso em: 01/mar./2022
13. \_\_\_\_\_. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprovar o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional, conforme o Anexo. Disponível em:  
[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/anexo/anexo\\_res0359\\_23\\_12\\_2003.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/anexo/anexo_res0359_23_12_2003.pdf) Acesso em: 11/mar./2022
14. \_\_\_\_\_. Resolução -RDC nº 94, de 1º de novembro de 2000. Regulamento Técnico Referente a Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. Disponível em:  
[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0094\\_01\\_11\\_2000.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0094_01_11_2000.html) Acesso em: 25/mar./2022





## **Índice de peróxido em óleo de peixe encapsulado comercializados no estado de São Paulo**

**Mahyara Markievicz Mancio Kus-Yamashita<sup>1,2\*</sup>; Cristiane Bonaldi Cano<sup>1</sup>; Jorge Mancini Filho<sup>3</sup>**

**Resumo:** O óleo de peixe no Brasil ocupou a terceira posição, em 2020, dentre os suplementos alimentares mais consumidos. A suscetibilidade da peroxidação lipídica nos alimentos depende da composição lipídica, da presença de pró-oxidantes e antioxidantes, níveis de oxigênio, temperatura, luz e métodos de processamento, ou seja, alimentos ricos em AGPI são mais suscetíveis à oxidação lipídica. Este trabalho teve como objetivo quantificar o índice de peróxido nos óleos de peixe comercializados no estado de São Paulo. Foram analisadas 20 amostras de óleos de peixe encapsulados coletadas pelas Vigilâncias Sanitárias do Estado de São Paulo. A metodologia utilizada foi fundamentada no Livro de Normas do Instituto Adolfo Lutz, e realizada por titulação potenciométrica. Apenas 3 amostras estavam abaixo do limite estabelecido de Codex Alimentarius. O monitoramento constante dos óleos de peixe é de extrema importância, devido ao estado de oxidação verificado, e ser muito consumido pela população.

**Palavras-chave:** Ácido docosahexaenóico. Ácidos graxos poli-insaturados. Oxidação lipídica.

### **Introdução**

Os ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 (AGPIs n-3) têm sido estudados desde 1994, quando seus benefícios à saúde foram estabelecidos pela primeira vez. Estes ácidos graxos estão relacionados com a redução do risco de trombose em doença cardiovascular, podendo impactar positivamente nas doenças inflamatórias, na função cerebral função e na saúde mental, entre uma infinidade de outros benefícios. AGPIs n-3, incluindo ácido docosahexaenóico - DHA (C22:6) e o ácido eicosapentaenóico - EPA(C20:5), são ácidos graxos essenciais para várias células e órgãos, como o cérebro, olhos, sistema cardiovascular, sistema imunológico e crescimento humano geral, sabe-se que as membranas neurais de nossos neurônios contêm altas concentrações de AGPIs n-3 (1). Também desempenham um papel importante na integridade estrutural e fluidez dos

---

<sup>1</sup>Pesquisadora, Centro de Alimentos, Instituto Adolfo Lutz

<sup>2</sup>Doutoranda, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo

<sup>3</sup>Professor Titular, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo

E-mail para a correspondência: mahyara.kus@ial.sp.gov.br



fosfolípidios da membrana celular; além disso, estes ácidos graxos influenciam na expressão gênica e são substratos para a síntese de mediadores lipídicos, como os eicosanóides. Seu consumo pela dieta é fundamental, uma vez que o organismo sintetiza esses ácidos graxos em pequenas quantidades a partir do ácido  $\alpha$ -linoléico (ALA) (1).

A principal fonte de EPA e DHA são os pescados, destacando-se os peixes de água fria (1). Os AGPI são os mais abundantes nos óleos de peixe e a eles são atribuídas diversas funções biológicas. Os mais importantes são: o ácido eicosapentaenóico, EPA (20:5 n-3), o ácido docosahexaenóico, DHA (22:6 n-3) e o ácido docosapentaenóico, DPA (22:5 n-3), estes ácidos graxos devido a posição da dupla ligação na cadeia carbônica são classificados como ômega 3. Os ácidos graxos EPA, DPA e a DHA estão relacionados metabolicamente entre si. Eles são encontrados em quantidades elevadas na maioria dos frutos do mar, especialmente em peixes gordurosos, na gordura e tecidos de mamíferos marinhos, como baleias e focas, em suplementos como óleos de peixe, óleo de fígado de bacalhau, óleo de krill, e em alguns óleos de alga (2). As espécies de peixe mais utilizadas para a obtenção do óleo de peixe comercialmente utilizado como suplemento alimentar são: atum, sardinha, cavala, arenque e truta (3,4).

A instabilidade dos AGPI n-3 é devido ao grande número de duplas ligações e as suas posições na cadeia carbônica, uma vez que os carbonos bisálícos possuem pouca energia de ativação perdendo facilmente um hidrogênio, formando assim um radical livre que desencadeia as reações de oxidação (5). Após a reação com o oxigênio do ar, algumas das ligações químicas nas moléculas de ácido graxo reorganizam-se e outras reações ocorrem para formar novas moléculas. Todos os lipídios contendo ácidos graxos insaturados se oxidam ao longo do tempo, seja em óleos de cozinha ou em cápsulas de óleo de peixe (6).

A suscetibilidade da peroxidação lipídica nos alimentos depende da composição lipídica, da presença de pró-oxidantes e antioxidantes, níveis de oxigênio, temperatura, luz e métodos de processamento, ou seja, alimentos ricos em AGPI são mais suscetíveis à oxidação lipídica. Da mesma forma, a presença de pró-oxidantes como metais ativos (Fe, Cu) e heme proteínas, exposição a altos níveis de oxigênio e altas temperaturas pode acelerar o processo de oxidação. A oxidação lipídica gera problemas no processamento e armazenamento de alimentos, afetando negativamente o sabor do alimento devido a formação de aldeídos e cetonas, que conferem odores e sabores indesejáveis, além disso, a oxidação lipídica pode reduzir o valor nutricional causando a degradação de AG essenciais





e lipídios, das vitaminas solúveis A, D, E e K, bem como a diminuição do teor energético (7).

Em 2017 o Codex Alimentarius, publicou um padrão para óleo de peixe, no qual possui limites estabelecidos para os seguintes parâmetros: valor de acidez, de peróxido, de p-anisidina, de perfil de ácidos graxos. Trabalhos realizados em diversos países sobre a qualidade dos óleos de peixe comercializados não reportam o valor de acidez, somente de ácidos graxos e parâmetros de oxidação. O limite estabelecido pelo Codex Alimentarius – Standard for Fish Oils – Codex Stan 329-2017 para acidez foi de 3 mg KOH/g e para o índice de peróxido foi de 5 mEq O<sub>2</sub>/kg de óleo (8).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos óleos de peixe através da análise do índice de peróxido em óleos de peixes encapsulados comercializados no estado de São Paulo.

## **Material e Métodos**

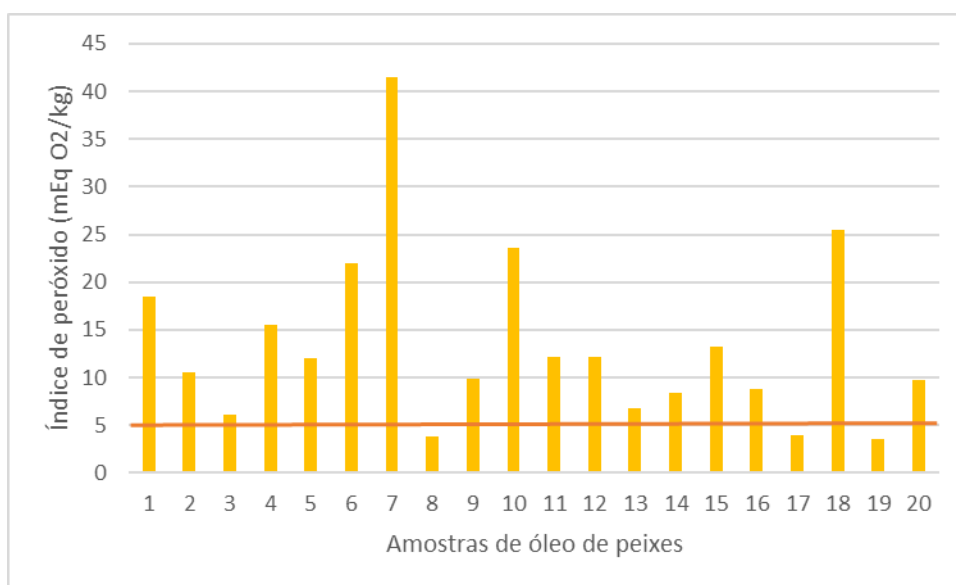
Para este trabalho foram utilizadas 20 amostras de óleo de peixe encapsulados, todas de marcas diferentes, provenientes de coletas realizadas pelas Vigilâncias Sanitárias do Estado de São de Paulo, encaminhadas para o Laboratório do Núcleo de Química, Física e Sensorial do Centro de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz. Localizado na cidade de São Paulo.

O índice de peróxido foi analisado de acordo com a norma ISO 27107:2008 (9), este método emprega a titulação potenciométrica com o ponto de equivalência determinado por eletroquímica. Foram pesados cerca de 2 g de óleo de peixe, dissolvidos em 25 mL de solução de ácido acético:isooctano (2:3, v/v), em seguida adicionado 250 µL de solução saturada de iodeto de potássio. Após 60 segundos de agitação, foram adicionados 12 mL de água deionizada, e a mistura foi titulada com solução padronizada de tiosulfato de sódio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 0,01 mol/L. Este procedimento foi realizado no equipamento Titrand 905, Metrohm, acoplado com três buretas e eletrodo de platina duplo, sendo este procedimento automatizado. A análise do branco da amostra foi realizada do mesmo modo, mas sem a adição da amostra. Todos os ensaios foram realizados em triplicata. Os resultados foram expressos em mEq O<sub>2</sub> / kg de óleo.

## **Resultados e Discussão**

Na Figura 1, pode-se verificar os valores para o índice de peróxido nas amostras de óleos de peixe, a média foi de 13,07 mEq O<sub>2</sub>/kg com valor mínimo de 3,30 mEq O<sub>2</sub>/kg e máximo de 42,14 mEq O<sub>2</sub>/kg. O valor limite estabelecido pelo Codex Alimentarius Stan 329-2017 para o índice de peróxido é de 5 mEq O<sub>2</sub>/kg, e nas amostras analisadas apenas 3 amostras apresentaram valores abaixo deste limite, ou seja, as amostras 8 (3,80 mEq O<sub>2</sub>/kg), 17 (3,90 mEq O<sub>2</sub>/kg) e 19 (3,50 mEq O<sub>2</sub>/kg).

Figura 1 – Valores de índice peróxido para as amostras de óleo peixe encapsulados comercializados no estado de São Paulo.



A reta representa o limite estabelecido pelo Codex Alimentarius.

Fonte: Dos autores, 2022.

O consumo recomendado de óleo de peixe é em torno de 3 cápsulas por dia, deste modo a maioria das amostras apresentaram valores superiores ao dobro do valor preconizado pelo Codex Alimentarius, ou seja, 5 mEq O<sub>2</sub>/kg, podendo causar impacto na saúde da população, devido a presença dos compostos de oxidação serem considerados maléficos (10).

Em trabalho realizado com suplementos de óleos de peixe na Nova Zelândia (10), os pesquisadores verificaram que 27% estavam em desacordo com o limite estabelecido pelo Codex Alimentarius, comparando ao estudo realizado foi observado este fato em 85% das amostras analisadas. Heller e colaboradores (2019) (11), observaram que 38% dos



suplementos analisados na Austrália estavam acima de 5 mEq O<sub>2</sub>/kg, valor permitido pelo Codex.

Estudo de Gouvea et al. (2019) (12), com 10 amostras de suplementos de óleo de peixe comercializados no Brasil, 20% estavam acima do limite. Esses resultados sugerem que o estado de oxidação desses suplementos em diferentes países é variável e depende da matéria prima. Suplementos de óleos contendo ésteres etílicos possuem índice de peróxido maior que aqueles à base de triacilglicerídeo, sugerindo que a formulação pode afetar a susceptibilidade à oxidação. Os óleos de peixe devem ser produzidos em ambientes protegidos de oxigênio, luz e temperatura (11).

### **Conclusão**

O índice de peróxido é um importante parâmetro para determinar a qualidade dos óleos de peixe. Nas amostras analisadas apenas 15% das amostras estavam em acordo para o índice de peróxido, demonstrando um alto nível de oxidação destes produtos e o mesmo deve ser continuamente monitorado devido aos produtos de oxidação causarem danos à saúde.

### **Referências Bibliográficas**

1. RAMOS S. A. *et al.* Desenvolvimento de cookies com coprodutos de frutas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e5799108918-e5799108918, 2020.

1. KUS-YAMASHITA, M. M. M.; MANCINI-FILHO, J. Considerações sobre a participação dos ácidos graxos poli-insaturado ômega 3 na epidemia por COVID 19. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 3, p. 8655, 2022.

2. CALDER, P. C. Conference on ‘The future of animal products in the human diet : health and environmental concerns’ Plenary Lecture 3: n -3 PUFA and health : fact, fiction and the future - Very long-chain n-3 fatty acids and human health : fact, fiction and the future. **Proceedings of the Nutrition Society**, n. July: 1–21, 2021.



3. KUS-YAMASHITA, M. M. M. *et al.* Propriedades físicas na caracterização dos óleos de peixe. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, n. 11, v. 2, p. 386, 2021.
4. TIMILSENA, P.Y. *et al.* Advances in microencapsulation of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) -rich plant oils using complex coacervation oacervation. **Food Hydrocolloids**. n. 69, p. 369, 2017.
5. GANESAN, B.; BROTHERSEN, C.; MCMAHON, D. J. Fortification of Foods with Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, n. 54, v. 1, p. 98, 2014.
6. KUS-YAMASHITA, M. M. M.; MANCINI-FILHO, J. Ácidos graxos. In: Série de publicações ILSI Brasil: Funções plenamente reconhecidas de nutrientes, 2, ed, Ilsi Brasil;2017.
7. KUS-YAMASHITA, M. M. M.; *et al.* Polyunsaturated Fatty Acids: Health Impacts. **European Journal of Nutrition and Food Safety**, n. 6, v. 3, p. 111, 2016.
8. Commission Codex Alimentarius. STANDARD FOR FISH OILS CODEX STAN 329-2017. In: Standard of Codex Alimentarius Comission [Internet]. 2017. p. 1–6. Available from: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org)
9. ISO IS. Animal and vegetable fats and oils - Determination of peroxide value - Potentiometric end-point determination. ISO 27107:2008. 2008.
10. BANNENBERG, G. *et al.* Omega-3 Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acid Content and Oxidation State of Fish Oil Supplements in New Zealand. **Scientific Reports**, n. 7, v. 1, p. 1488, 2017.
11. HELLER, M. *et al.* Oxidation of fish oil supplements in Australia. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, n. 70, v. 5, p. 540, 2019.



12. GOUVÊA, H. R. D. *et al.* Fatty Acid Content, Oxidation Markers and Mercury in Fish Oil Supplements Commercialized in Brasília, Brazil. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, n. 11, v. 3, p. 168, 2019.





## **Influência da homogeneização por ultrassom sobre a estabilidade de glóbulos de gordura do leite humano durante o armazenamento**

**Kely de Paula Correa<sup>1</sup>; Otávio Augusto Silva Ribeiro<sup>2</sup>; Jane Sélia dos Reis Coimbra<sup>3</sup>**

**Resumo:** A estabilidade cinética do leite homogeneizado deve-se a repulsão eletrostática e ao efeito estérico que ocorre entre as proteínas que se ligam na interface dos glóbulos de gorduras. A homogeneização é uma técnica que contribui para a redução do diâmetro médio do glóbulo de gordura e para o aumento de sua interface. A técnica de homogeneização por ultrassom, merece destaque uma vez que apresenta bons resultados na redução do diâmetro médio dos glóbulos de gordura. Assim, o objetivo desse estudo foi analisar a estabilidade da homogeneização por ultrassom de sondas do leite humano durante seis meses de armazenamento. O leite humano foi homogeneizado por ultrassom de sondas, cada tratamento foi fracionado em sete diferentes frascos e armazenado a -18 °C por seis meses. A cada mês um frasco era retirado e caracterizado com as análises de microscopia confocal, difração a laser durante seis meses. De acordo com os resultados obtidos o leite humano ordenhado pasteurizado não homogeneizado apresentou maior diâmetro médio dos glóbulos. Além disso, o diâmetro médio dos glóbulos de gordura aumentou com o tempo de armazenamento, o que conseqüentemente levou a uma redução na estabilidade do leite humano ao longo do tempo de estocagem. Assim, pode-se concluir que a homogeneização reduziu o diâmetro médio dos glóbulos e que permaneceu estável no decorrer do tempo de armazenamento, sendo assim esse protocolo será uma boa sugestão para o processamento de leite humano.

**Palavras-chave:** Difração a laser, microscopia confocal, proteínas

### **Introdução**

O leite humano (LH) possui uma vasta composição de proteínas, lipídeos, oligossacarídeos e minerais, sendo específico para cada indivíduo (1). Assim, o LH é caracterizado por uma extrema variabilidade de seus componentes nutricionais e bioativos. A composição do LH ao longo do tempo se modifica a fim de fornecer ao lactente uma nutrição completa para o desenvolvimento sistema imunológico e para seu crescimento (2).

A inserção da etapa de homogeneização no processamento de leite humano é sugerida pois através dela ocorre o rompimento dos glóbulos de gorduras. Esse rompimento

---

<sup>1</sup>Professora, ILCT- EPAMIG

<sup>2</sup>Professor Adjunto, Centro Multidisciplinar; Universidade Federal do Acre

<sup>3</sup>Professora, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa



leva a um aumento da área interfacial total. Uma vez que, a concentração de fosfolipídios, naturalmente presente nas membranas dos glóbulos de gorduras, é insuficiente para reduzir a tensão superficial, as proteínas, se difundem para a superfície reduzindo a tensão interfacial (3).

A estabilidade cinética do leite homogeneizado, dentre outros fatores, deve-se à presença das cargas nas proteínas (caseínas) que causam a repulsão eletrostática entre as mesmas e, conseqüentemente, entre os glóbulos de gordura envoltos por estas proteínas (3). Outro efeito que pode acontecer é o estérico, nessa situação as proteínas presentes na interface dos glóbulos de gordura formam um filme viscoelástico, que atua como uma barreira física, que retarda a coalescência dos glóbulos de gordura (4).

A técnica de homogeneização por ultrassom, apresenta bom resultado na redução da retenção de gordura (5). Durante a homogeneização são geradas ondas ultrassônicas de alta intensidade, causando uma intensa taxa de cisalhamento e gradientes de pressão no meio. Esse processo origina zonas de turbulência e de cavitação que podem levar ao rompimento das gotículas de gordura (6). Assim, o objetivo desse estudo foi analisar a estabilidade da homogeneização dos glóbulos de gordura do leite humano durante seis meses de armazenamento.

## **Material e Métodos**

O leite humano utilizado foi obtido conforme o projeto registrado no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, por meio do CAAE 78516017.0.0000.5153, aprovado sob o parecer de número 2.763.503, publicado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos, com número de RBR-54qqz5, e registrado no Comitê de Ética do Hospital São Sebastião (HSS), conforme resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. O leite humano cru ordenhado doado foi transportado em caixas isotérmicas com gelo obedecendo a cadeia de frio para o Laboratório de Operações e Processos (LOP) do Departamento de Tecnologia em Alimentos (DTA) localizado na Universidade Federal de Viçosa (UFV). Todo o material foi armazenado em frascos de vidro de acordo com a regulamentação da RDC 171/ 2016. Para obter o volume suficiente para todas as análises, as diferentes amostras de leite humano foram reunidas em um único frasco e homogeneizadas manualmente com o auxílio de um bastão de vidro por um minuto, formando o *pool*.



O *pool* foi dividido em duas frações, sendo uma fração separada para o grupo Controle (sem homogeneização) e a outra fração para o grupo U. Sondas (homogeneizado). Para o leite homogeneizado foi utilizada a técnica de ultrassom de sondas onde o leite humano cru a 40 °C passou por sonicação (sonicador ultrassônico VCX750, Church Hill RD. Newtown, EUA) utilizando uma sonda de 13 mm, frequência de 20 kHz, intensidade de 75% por 20 min (5). Após a homogeneização o leite foi pasteurizado a 62,5 °C/ 30 min e em sequência resfriado e estocado em freezer a -18 °C. O leite controle foi pasteurizado a 62,5 °C/ 30 min e em sequência resfriado e estocado em freezer a -18 °C.

A fim de obter o efeito da homogeneização amostras dos dois grupos Controle e Ultrassom foram descongeladas e avaliadas. A simulação da alimentação do lactente foi realizada utilizando um protótipo de alimentação com bomba de infusão, sonda e seringa a fim de avaliar a retenção do leite humano nas sondas de alimentação durante a simulação da alimentação do lactente. O conteúdo de gordura dos grupos (Controle e U. Sondas) foi quantificado antes e após a passagem pelo protótipo das diferentes amostras de leite humano (Controle e U. Sondas) passarem pelo protótipo. A simulação e quantificação de gordura foram realizadas em dois tempos: T0 = 0 dias e T6 = 180 dias.

A técnica de difração a laser foi utilizada para caracterizar o diâmetro médio dos glóbulos de gordura e, conseqüentemente, avaliar a eficiência da etapa de homogeneização (7). As distribuições de tamanho dos glóbulos de gordura dos grupos (Controle e U. Sondas) foram realizadas em dois tempos: T0 = 0 dias e T6 = 180 dias. O equipamento utilizado para as análises foi o Mastersizer 2000 (Malvern WR14 1XZ, Inglaterra).

Já a distribuição dos tamanhos dos glóbulos de gordura foi visualizada pela técnica de microscopia confocal. A coloração dos glóbulos de gordura foi realizada segundo Lopez *et al.* (2011) (8). Os lipídeos foram corados com o vermelho do Nilo e visualizados em microscópio confocal de varredura (LSM 510 META, Alemanha). A análise foi realizada a cada 30 dias durante os 6 meses de armazenamento (T0 = 0 dias; T1 = 30 dias; T2 = 60 dias; T3 = 90 dias; T4 = 120; T5 = 150 dias; T6 = 180 dias) das amostras de leite humano (Controle e U. Sondas).

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado com três repetições e três replicatas. Todas as variáveis respostas obtidas foram analisadas pela análise de variância (ANOVA) utilizando o *Statistical Analysis Software* (Versão 9.0, SAS

Institute, Inc., Cary, NC, EUA). Para todos os resultados foi considerado o valor de 0.05% de probabilidades pelo teste de *Tukey*.

## Resultados e Discussão

A simulação de alimentação dos recém-nascidos, buscou avaliar se o tempo de congelamento /descongelamento (T0 = 0 dias e T6 = 180 dias) poderia afetar o efeito da homogeneização e conseqüentemente aumentar a retenção de gordura nas sondas. Os dados obtidos podem ser observados na Figura 1.

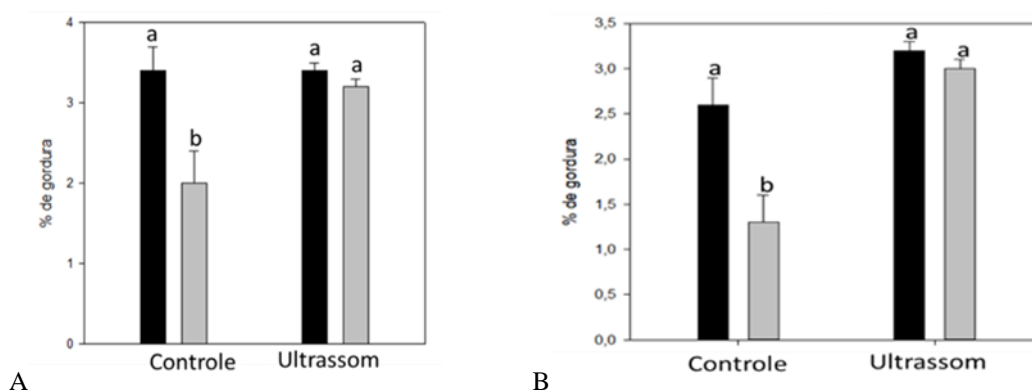


Figura 1: Comparação entre a retenção de gordura do leite humano Controle (não homogeneizado) e U. Sondas (homogeneizado por ultrassom de sondas). As análises de gordura foram realizadas no tem T0= 0 dias de estocagem (Figura 1A) e T6 que corresponde a 180 dias de estocagem (Figura 1B).

De acordo o que o que foi representado na Figura 1 é possível afirmar que a concentração de gordura (%) antes e depois da passagem pelo protótipo nos tempos 0 e 180 dias não apresentaram diferença significativa com a variação do tempo. Contudo, houve diferença significativa no valor de % de gordura entre o leite homogeneizado por ultrassom e o controle, sendo que o controle apresentou valores menores de % de gordura após a passagem pelo protótipo o que representa retenção de gordura nas sondas de alimentação. Já os resultados das amostras homogeneizadas por ultrassom não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste de *Tukey*.

Afim de analisar o aspecto estrutural dos glóbulos de gordura de leite humano a técnica de microscopia confocal e difração a laser foram utilizadas para a obtenção das imagens (Figuras 2 e Tabela 1).

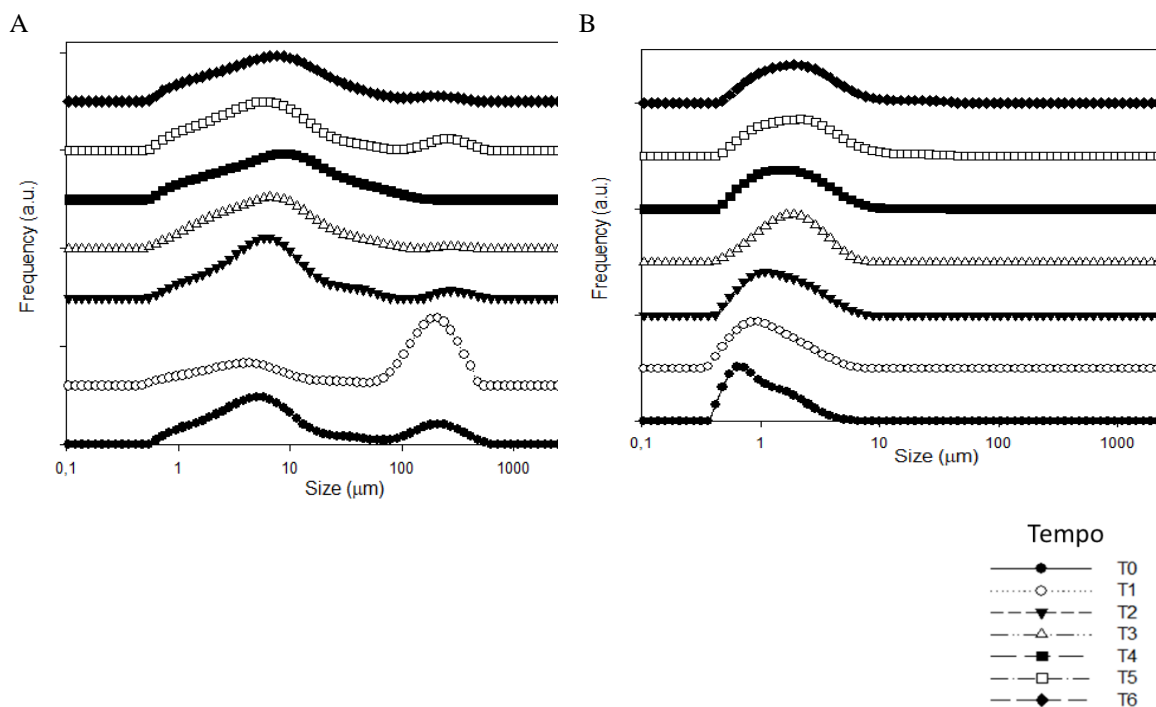


Figura 2: Representação dos dados obtidos pela técnica de difração a laser para os métodos estudados: leite humano não homogeneizado e pasteurizado (controle) e leite humano homogeneizado por ultrassom de sondas (U. Sondas) e pasteurizado, durante 6 meses de armazenamento (T0 = 0 dias; T1= 30 dias; T2 = 60 dias; T3 = 90 dias; T4 = 120; T5 = 150 dias; T6 = 180 dias).

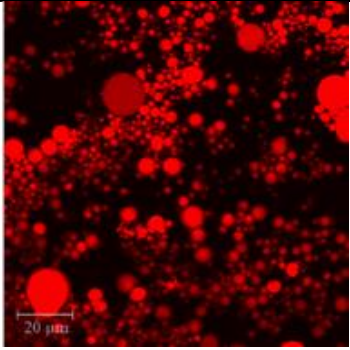
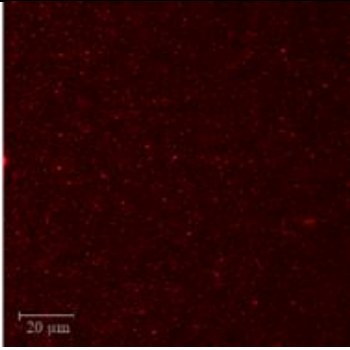
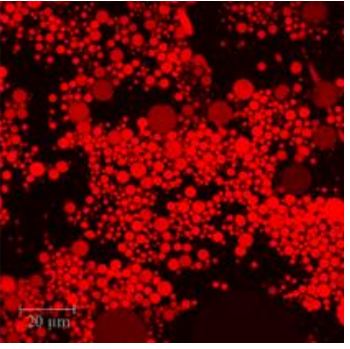
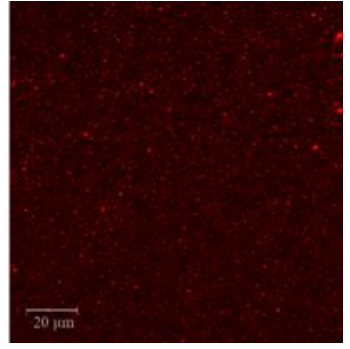
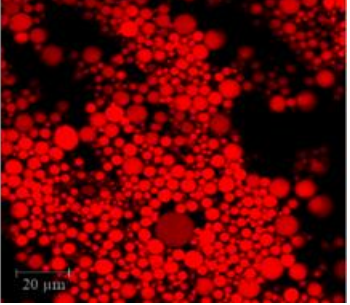
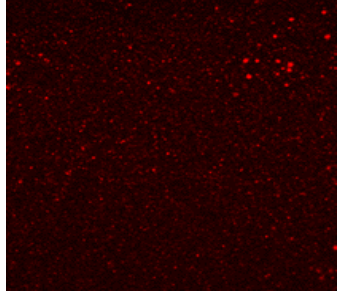
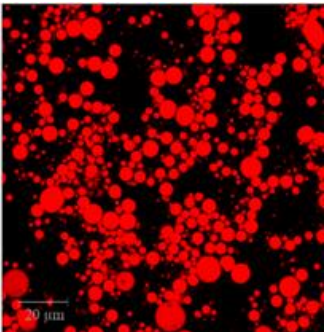
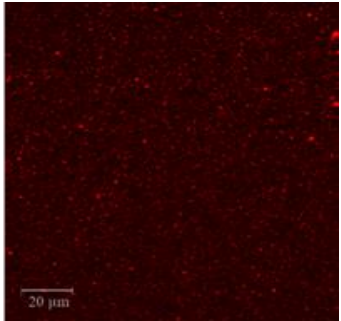
Como pode ser observado na Figura 2 o grupo Controle apresentou maiores valores para o diâmetro médio, além de duas populações de valores. Esse fato, evidencia a desuniformidade dos glóbulos de gordura da amostra. A distribuição dos dados de um sistema é considerada homogênea quando apresenta pico único com menor área da base. Observa-se que com o passar dos dias a base do pico aumentou.

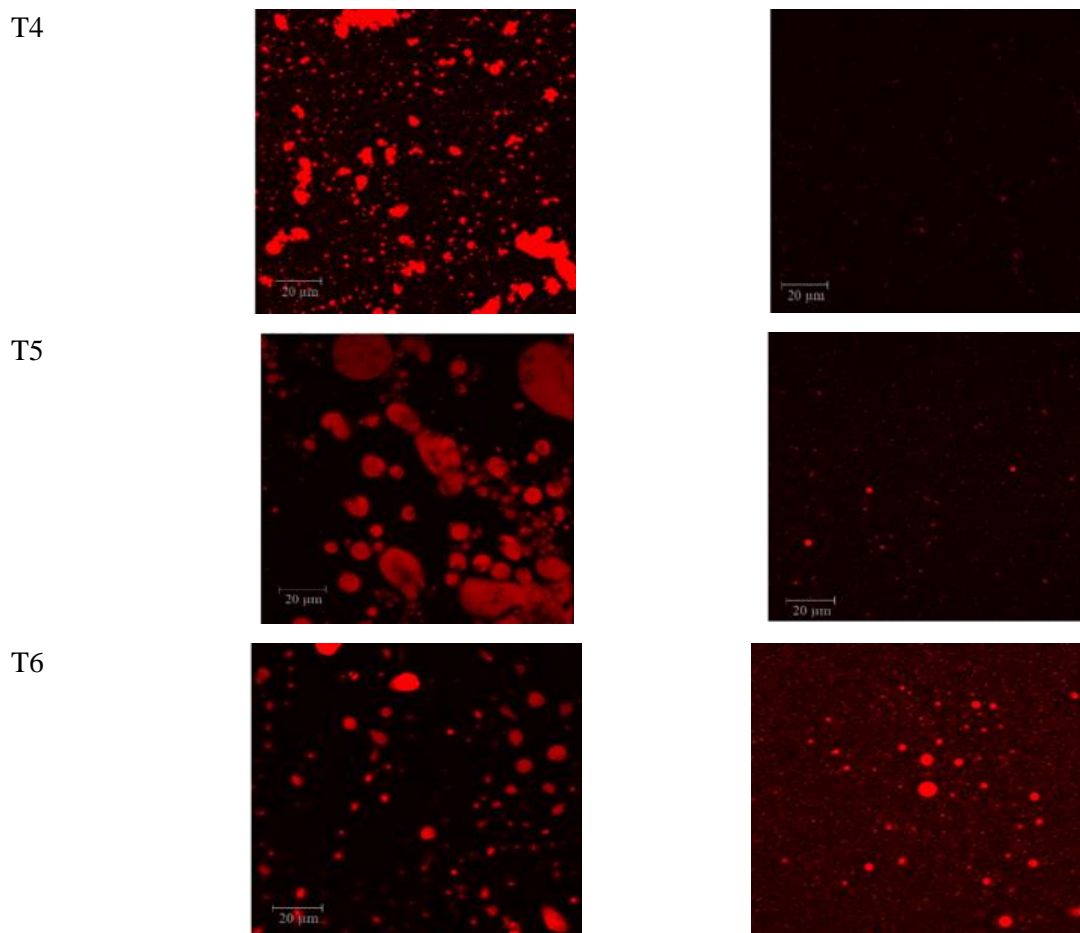
De acordo com a literatura a partir de 120 dias a estrutura do glóbulo de gordura do leite homogeneizado se desestabiliza favorecendo a coalescência, o que leva a uma heterogeneidade do meio (8,9). Sabe-se que os glóbulos de gordura (diâmetro 1-10  $\mu\text{m}$ ) são quebrados em pequenos glóbulos (diâmetro  $< 1 \mu\text{m}$ ), resultando na destruição da membrana do glóbulo de gordura (10).



Tabela 1: - Imagens de microscopia a laser das amostras estudadas (leite humano ordenhado pasteurizado = Controle e leite humano ordenhado homogeneizado pasteurizado por ultrassom de sondas = U. Sondas) por microscopia confocal a laser durante 6 meses (T0 = 0 dias; T1= 30 dias; T2 = 60 dias; T3 = 90 dias; T4 = 120; T5 = 150 dias; T6 = 180 dias).

Fonte: Dos autores, 2022.

Tempo	Tratamento	
	Controle	Ultrassom de sondas
T0		
		
T2		
T3		



Conforme observado nos resultados da microscopia confocal a laser (Tabela 3), os lipídios estão presentes no leite humano sob a forma de gotículas esféricas. As micrografias com corante fluorescente confirmaram que a fração lipídica está localizada na região central das gotículas, que está de acordo com seu caráter hidrofóbico. Além disso, através da análise dessas imagens é possível observar claramente a redução do diâmetro das gotículas de gordura devido ao efeito da homogeneização, resultados que vão de acordo com a literatura (12). Os resultados obtidos pela técnica de microscopia confocal estão de acordo com os resultados obtidos por meio da técnica de difração a laser.

### **Conclusão**

Com base no presente estudo, leite humano ordenhado homogeneizado pasteurizado apresentou maior concentração de gordura após a passagem pelas sondas de alimentação além de menor diâmetro médio dos glóbulos de gordura quando comparado ao leite humano processado não homogeneizado. Além disso, pode-se concluir que o tratamento de



homogeneização manteve sua efetividade sobre as características dos glóbulos de gordura do leite humano ordenhado após os seis meses de armazenamento. Assim, pode inferir que o leite humano ordenhado homogeneizado pasteurizado após a simulação da alimentação apresentou maior aporte calórico que o leite humano ordenhado pasteurizado, podendo ser uma alternativa para a implementação nos bancos de leite humano.

### Referências Bibliográficas

- (1) Binte A. B., et. al. “Human Milk Composition and the Effects of Pasteurisation on the Activity of Its Components.” *Trends in Food Science and Technology* 111:166–74. 2021.
- (2) Mosca, F., Gianni. M. L. “Human Milk: Composition and Health Benefits.” *La Pediatria Medica e Chirurgica : Medical and Surgical Pediatrics* 39(2):155. 2017.
- (3) McClements, David J., Gumus. C. E. “Natural Emulsifiers — Biosurfactants, Phospholipids, Biopolymers, and Colloidal Particles: Molecular and Physicochemical Basis of Functional Performance.” *Advances in Colloid and Interface Science* 234:3–26. 2016.
- (4) Lam, R. S. H., Nickerson, M. T. “Food Proteins: A Review on Their Emulsifying Properties Using a Structure-Function Approach.” *Food Chemistry* 141(2):975–84. 2013.
- (5) Correa, K. P., et. al. “Homogenized and Pasteurized Human Milk: Lipid Profile and Effect as a Supplement in the Enteral Diet of Wistar Rats.” *British Journal of Nutrition* 1–34. 2021.
- (6) McClements, D. J. *Food Emulsion: Principles, Practices, and Techniques*. 2nd ed. edited by C. PRESS. 2005
- (7) Gallier, S., et. al. A novel infant milk formula concept: Mimicking the human milk fat globule structure. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 136 (2), p. 329–339. (2015).
- (8) Lopez, C., et. al. “Fat Globules Selected from Whole Milk According to Their Size: Different Compositions and Structure of the Biomembrane, Revealing Sphingomyelin-Rich Domains.” *Food Chemistry* 125(2):355–68. 2011.
- (9) Lopez, C. et. al. “Lipid Rafts in the Bovine Milk Fat Globule Membrane Revealed by the Lateral Segregation of Phospholipids and Heterogeneous Distribution of Glycoproteins.” *Food Chemistry* 120(1):22–33. 2010.
- (10) Yao, Y., et. al. “Microstructural and Lipid Composition Changes in Milk Fat Globules during Milk Powder Manufacture.” *RSC Adv.* 5(77):62638–46. 2015
- (11) Qi, P. X. et. al. “Effect of Homogenization and Pasteurization on the Structure and Stability of Whey Protein in Milk.” *Journal of Dairy Science* 98(5):2884–97. 2015.
- (12) Correa et. al. Influence of Homogenization in the Physicochemical Quality of Human Milk and Fat Retention in Gastric Tubes. *J Hum Lact.*38(2):309-322. 2022.



## **Agradecimentos**

Agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Hospital São Sebastião da cidade de Viçosa, em especial aos membros do Banco de Leite Humano.





## **Obtenção de Farinha de Banana Verde para Produção de Cookies**

**Eliane de Carli<sup>1\*</sup>, Larissa Bassetto Spuldaro<sup>1</sup>, Simone Canabarro Palezi<sup>2</sup>**

**Resumo:** A banana é uma fruta típica de regiões tropicais, sendo considerada um fruto altamente energético e o Brasil destaca-se como o quarto produtor mundial da fruta. É uma fonte de vitamina A, B1, B2 e vitamina C, carboidratos, boa quantidade de minerais como o potássio, sódio, fósforo e cálcio. A utilização de farinha de banana verde em alimentos, eleva o valor nutricional dos produtos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e analisar as características físico-química e sensorial de cookies com base em farinha de banana verde. Foram elaboradas quatro formulações de biscoitos tipo cookies com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de banana verde nas proporções de 11,11,20 e 28,88% e uma formulação 100% farinha de trigo como amostra controle. Os biscoitos foram avaliados quanto aos parâmetros físico-químicos (umidade e cinzas) e teste de aceitação utilizando uma escala hedônica estruturada de sete pontos. Verificou-se que os biscoitos tipo cookies estão de acordo com a Resolução nº 12, de 1978. A melhor aceitação quanto aos atributos sensoriais avaliados é o biscoito tipo cookies com 11,11% de farinha de banana verde. Os biscoitos foram bem aceitos entre os avaliadores, sendo uma boa alternativa nas substituições de farinha de trigo em produtos elaborados, agregando valor nutricional e diminuindo as perdas pós-colheita da banana.

**Palavras-chave:** Banana. Cookies. Farinha de banana.

### **Introdução**

A banana (*Musa sp*) é uma fruta típica de regiões tropicais, onde a temperatura limite fica entre 15°C e 35°C. Clima ideal, uma vez que para seu bom desenvolvimento e produção, exige calor constante e chuvas bem distribuídas, e é caracterizada pela produção o ano todo (1). O Brasil, atualmente é o quarto produtor mundial de banana, com uma produção anual de 6.637.308t, o primeiro é a Índia, seguido da China e Indonésia, sendo a segunda fruta na preferência pelos consumidores, ficando atrás apenas da laranja (2).

No Brasil, a banana é produzida em todas as regiões do território, sendo a maior produtora nacional a região Sudeste com 2.379.710t, seguindo da Região Nordeste com 2.347.940t, Sul com 1.020.242t, Norte com 973.666t e Centro-Oeste com 297.321t. Destaca-se os estados com maior produção: São Paulo, seguido da Bahia, Minas Gerais e Santa Catarina (3).

<sup>1</sup> Laboratórios de Tecnologia de Alimentos, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Santa Catarina / Brasil.

<sup>2</sup> Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Escola de Química de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul/Brasil.

E-mail para a correspondência: eliane-carli@hotmail.com





O fruto é altamente energético (cerca de 100 kcal por 100g de parte comestível, podendo variar dependendo da espécie). Embora pobre em proteínas e lipídeos, é uma fonte de vitamina A, B1, B2 e vitamina C, carboidratos, boa quantidade de minerais como o potássio, sódio, fósforo e cálcio (4).

A banana em seu estágio de maturação verde não apresenta sabor e não é consumida devido a sua adstringência, acarretada pela presença de compostos fenólicos solúveis (taninos). Os taninos têm propriedade antioxidante e são caracterizados por precipitarem proteínas e neutralizar radicais livres (5). Os radicais livres são moléculas capazes de causar doenças degenerativas, envelhecimento e morte celular precoce (6).

Os frutos verdes também apresentam alta quantidade de amido resistente, substância que não é digerida no intestino delgado, mas será fermentada no intestino grosso e produzirá gases e ácidos graxos de cadeia curta. Devido a presença de fibras alimentares, é caracterizado como um alimento funcional do tipo prebiótico (7).

Os benefícios exercidos no organismo humano por alimentos prebióticos são devido a presença de fibras como o frutooligosacarídeos e a inulina. Essas fibras agem estimulando o crescimento de bactérias benéficas que fazem parte da microbiota do trato gastrointestinal, e em conjunto com o sistema imunológico do intestino, impedem a invasão de bactérias patogênicas que poderiam causar doenças, colaborando com o bem-estar e saúde (8).

É visto o interesse cada vez maior pela sociedade em consumir alimentos mais saudáveis e agradáveis ao paladar. Os alimentos funcionais apresentam propriedades nutricionais básicas e demonstrando que pode trazer benefícios fisiológicos e relevantes ao bem-estar e a saúde, regulando as funções vitais do organismo e auxiliando na proteção de doenças (9). Devido essas propriedades, uma alternativa na cadeia produtiva da banana é a elaboração de farinhas com qualidades funcionais por incluir boa quantidade de fibra alimentar (10).

A Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 que aprovou o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, estabeleceu que, “farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, por moagem e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos” (11).



Conforme Guerreiro (12) a farinha de banana pode ser obtida através da secagem natural, que é a exposição direta ao sol, ou artificial, secagem em equipamentos apropriados, por bananas no estágio de maturação verde ou bananas maduras.

A utilização de bananas verdes para produção de farinhas é bastante viável por elevar o valor nutricional de alimentos, como os de panificação, produtos dietéticos e alimentos infantis. Ela pode substituir totalmente ou parcialmente das demais farinhas de cereais, e é de fácil disponibilidade de matéria-prima, sendo encontrada durante todo o ano e em todas as regiões do Brasil. O aproveitamento das bananas para produção de farinha contribui para a diminuição das perdas na cadeia produtiva, sendo que as principais causas são de técnicas inadequadas na colheita e pós-colheita aumentando a vida de prateleira dos produtos (13).

Considerando as informações apresentadas, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver e analisar as características físico-química e sensorial de cookies tendo como componente farinha de banana verde, e comparar com um produto padrão produzido com farinha de trigo.

## **Material e Método**

### Local do Ensaio

O trabalho foi realizado nos laboratórios de Tecnologia de Alimentos e de Química da Unoesc – Campus de São Miguel do Oeste.

### Formulação dos biscoitos tipo cookies

Os biscoitos foram elaborados através de uma mistura composta de farinha de banana verde e farinha de trigo e foram denominados: tratamento I (11,11% farinha de banana verde); tratamento II (20% farinha de banana verde); tratamento III (28,88% farinha de banana verde) (Tabela 1). Foi realizada uma formulação controle sem adição de farinha de banana verde. Todos os produtos utilizados na formulação dos biscoitos foram obtidos no comércio de São Miguel do Oeste.



Tabela 1. Formulações dos biscoitos tipo cookies

Ingredientes	Biscoito			
	Controle	Tratamento	Tratamento	Tratamento
		I	II	III
Farinha de banana verde (g)	0,00	25	45	65
Farinha de Trigo (g)	225	200	180	160
Açúcar (g)	100	100	100	100
Ovos	1	1	1	1
Fermento (g)	5	5	5	5
Manteiga (g)	50	50	50	50
Água	-	-	-	-

Fonte: Dos autores, 2022.

Inicialmente foram adicionados em uma vasilha os ingredientes secos, todos já pesados, e em seguida adicionados os demais ingredientes à massa e foram misturados. A massa foi dividida e colocada em forminhas de cupcake para obter o formato circular.

Os biscoitos tipo cookies foram assados à 180°C por aproximadamente 30 minutos, e em seguida retirados do forno e resfriados a temperatura ambiente.

#### Caracterização Química dos biscoitos tipo cookies

A composição química dos biscoitos tipo cookies foi determinada por meio dos seguintes procedimentos: umidade e cinzas, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (14).

#### Determinação de Umidade

Para análise de umidade, foi determinado com auxílio de estufa a 105 °C por 6 a 8 horas até atingir peso constante e em seguida, resfriou-se os cadinhos com a amostra em dessecador.



## Determinação de Cinzas

Para a determinação do teor de cinzas, as amostras foram pesadas em cápsulas de porcelanas previamente calcinadas, em mufla a 550 °C por 5 horas, posteriormente, foram resfriadas em dessecador a temperatura ambiente e pesadas até peso constante.

## Análise Sensorial dos Biscoitos Tipo Cookies

A análise sensorial, foi realizada com um grupo de 16 provadores, universitários, não treinados, com faixa etária acima de 18 anos, de ambos os sexos. O teste foi elaborado através da escala hedônica, no qual receberam as quatro amostras codificadas, e através da escala de 1- desgostei muito e até a escala 7- Gostei muito, deveriam avaliar as amostras quanto: cor, odor, aroma, sabor e textura. Foram apresentadas as amostras aos provadores de forma aleatória e codificadas com três dígitos aleatórios, em cabines individuais, em pratos brancos descartáveis. Em todas as fichas, apresentou-se espaço destinado para comentários sobre o produto, qual mais gostou e menos gostou.

## Resultados e Discussão

Na tabela 2, estão apresentadas as informações referentes às características físico-químicas das formulações de biscoito tipo cookie.

Tabela 2- Características físico-químicas dos biscoitos tipo cookie

Análises	Controle	Tratamento I	Tratamento II	Tratamento III
Umidade	7,53±0,01	7,40±0,06	7,87±0,06	9,78±0,02
Cinzas	1,06±0,02	1,00±0,03	0,92±0,05	1,20±0,02
Proteína	11,08±0,02	6,02±0,02	6,68±0,05	6,80±0,02

Fonte: Dos autores, 2022.

As análises de umidade e cinzas estão de acordo com a Resolução nº 12, de 1978 a qual permite limite máximo de 14% para a umidade e máximo de 3% para resíduo mineral, para biscoitos (15).



A amostra controle (Farinha de Trigo) obteve umidade 7,53; o Tratamento I 7,40; Tratamento II 7,87 e Tratamento III 9,78, esses resultados se assemelham com Oliveira et al. (16), que trabalhou com três formulações diferentes de cookies e que obteve resultados para umidade para formulação 100% com farinha de trigo 10,27, para o cookie de farinha de banana verde 50% 7,72 e para uso de farinha de banana verde 100% 9,84.

Em estudo realizado por Oliveira e Curta (17) a cinza média obtida foi de 2,16 na produção de três formulações diferentes de cookies utilizando farinha de banana verde e de biomassa, corroborando com os resultados obtidos.

O valor aumentado de cinzas para o biscoito com tratamento III é devido a maior concentração de farinha de banana verde, apresentando maior teor de minerais se comparado a farinha de trigo (18).

Os resultados da análise sensorial estão descritos na Tabela 3, onde podemos observar que o tratamento III obteve as menores notas para os atributos avaliados. Nota semelhante foi relatado por Fasolin et al. (18), que o biscoito tipo III, mistura de 30% de farinha de banana verde, foi o menos apreciado na avaliação sensorial por crianças.

Tabela 3- Análise sensorial dos biscoitos tipo cookies

<b>Atributos Sensoriais</b>	<b>Controle</b>	<b>Tratamento I</b>	<b>Tratamento II</b>	<b>Tratamento III</b>
Cor	6,31±0,68	5,62±1,11	6,18±0,72	5,75±1,19
Odor	6,00±1,00	5,87±0,99	6,06±0,82	5,5±1,17
Aroma	5,87±0,99	5,93±0,96	5,81±0,80	5,62±1,11
Sabor	6,00±1,22	6,06±1,02	5,93±0,82	5,87±1,26
Textura	5,43±1,27	5,87±1,21	5,5±1,17	5,00±1,80

Fonte: Dos autores, 2022.

O biscoito controle apresentou maior aceitação ao atributo cor em relação aos demais tratamentos, com nota média 6,31. A diferença mais evidente entre as formulações é a cor, visto que o controle apresentou cor mais clara por não ser constituído de farinha de banana verde, em comparação ao Tratamento III.

O biscoito com tratamento I, mostrou maiores notas média quanto a aroma, sabor e textura. Nota semelhante é encontrada por Andrade (19), que obteve maior resultado para o biscoito com adição de 10% de farinha de banana verde.





Quanto ao atributo odor, a maior média se atribui ao biscoito com tratamento II,

Dos provadores que fizeram comentários, alguns relataram a cor para o biscoito com tratamento III pouco atrativa e a massa embatumada, além do sabor não ser um tanto agradável.

## **Conclusão**

Devido a facilidade de acesso a banana à toda a população, a farinha de banana verde é uma ótima alternativa em substituições ou incrementações em biscoitos tipo cookies. As formulações se apresentaram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação em relação aos aspectos físico-químicos de umidade e cinzas.

Os resultados da análise sensorial demonstraram satisfatória aceitação dos biscoitos tipo cookies com adição de farinha de banana verde, quanto aos atributos avaliados, cor, odor, aroma, sabor e textura, tornando viável a sua elaboração.

A maior aceitação foi o biscoito com tratamento I por apresentar maior resultado quanto a aroma, sabor e textura, considerado o mais agradável pelos avaliadores.

Portanto, a alternativa em utilizar farinhas de partes não convencionais para preparações é uma boa alternativa. Além de reduzir as perdas pós-colheita da banana, agrega valor nutricional ao produto final e é uma boa aceitação sensorial e substituições parciais de farinha de trigo. É uma excelente opção para os consumidores, que estão preocupados em consumir alimentos funcionais e que atuam benéficamente no organismo.

## **Referências Bibliográficas**

1. EMBRAPA. **A Cultura da Banana**. 3. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.
2. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Countries by Commodity**. 2020. Disponível em: <[https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity)> Acesso em: 09 de Fevereiro de 2022.
3. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola dezembro 2021**. 150 p. 2022.



4. NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO – NEPA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos: TACO**. Universidade Estadual de Campinas. 4. ed. Campinas, São Paulo. 2011.
5. SILVA MR, SILVA MAAP da. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista Nutrição**. 1999;12(1):21–32.
6. VASCONCELOS, T. B. et al. Radicais Livres e Antioxidantes: Proteção ou Perigo? **UNOPAR científica**. Ciências Biológicas e da Saúde. V. 16, n. 3, p. 213-219. 2014.
7. WALTER, M. **Amido Resistente: Metodologias de Quantificação e Resposta Biológica em Ratos**. 2005. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2005.
8. GUEDES, I. S. A. **ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BOLOS DE FARINHA DE BANANA VERDE**. 2021. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia), Faculdade Maria Milza, Governador Mangabeira, Bahia, 2021.
9. MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Rio Grande do Sul, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.
10. RAMOS, D. P.; LEONEL, M.; LEONEL, S. AMIDO RESISTENTE EM FARINHAS DE BANANA VERDE. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 479-483, 2009.
11. BRASIL. Resolução – RDC nº 263, de 22 de Setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico Para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, pag. 368.
12. GUERREIRO, L. Dossiê Técnico Farinhas Não Tradicionais. **Rede de Tecnologia e Inovação - REDETEC**, Rio de Janeiro, 2006.



13. SILVA A dos A, BARBOSA JUNIOR JL, JACINTHO BARBOSA MIM. Green banana flour as a functional ingredient in food products. **Ciencia Rural**. 2015;45(12):2252–8.
14. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-químicos Para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
15. BRASIL. Resolução – CNNPA n 12, de 24 de Julho de 1978. Aprova as Seguintes Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, Revistas pela CNNPA, Relativas a Alimentos (e Bebidas), Para Efeito em Todo Território Brasileiro. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF.
16. OLIVEIRA, P. V. C. et al. Substituição Da Farinha De Trigo Por Farinha De Banana Verde Na Elaboração De Biscoito Tipo Cookie / Replacement of Wheat Flour With Green Banana Flour in the Preparation of a Cookie. **Brazilian Journal of Development Dev**. 2020;6(10):75662–72.
17. OLIVEIRA, A.; CURTA, C. C. **Cookie Isento de Glúten Obtido com Biomassa e Farinha de Banana (Musa paradisíaca) Verde**. 2014. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, 2014.
18. FASOLIN LH. et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: Avaliações química, física e sensorial. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**. 2007;27(3):524–9.
19. ANDRADE, C. K. O. **Elaboração e Aceitabilidade dos Biscoitos Enriquecidos com Farinha de Banana Verde**. 2013. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias), Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, Paraíba, 2013.



## Ocorrência de Condenação de Pés por Artrite em um Abatedouro de Aves no Norte do Paraná

Liria Paula de Camargo Barbosa\*<sup>1</sup>; Mayka Reghiany Pedrão<sup>2</sup>; Alexandre Rodrigo Coelho<sup>2</sup>

**Resumo:** A carne de frango é uma das principais proteínas consumidas e comercializadas mundialmente, a cadeia produtiva continua aprimorando maneiras de garantir o desempenho do setor e contribuindo para a economia do país. Durante o processo de abate, as carcaças são inspecionadas obedecendo os critérios estipulados pelo Serviço de Inspeção Federal, que determinam as causas de condenações das aves. Entre os motivos de condenação das carcaças durante a inspeção em frigoríficos, cita-se a artrite, um problema locomotor que causa inflamação de uma ou várias articulações das aves, e pode ser ocasionada por diversos agentes etiológicos. Objetivou-se com o estudo determinar a ocorrência de pés condenados por artrite detectados na articulação das aves em uma linha de abate de um frigorífico situado na região norte do Paraná. O estudo foi conduzido por meio do levantamento de dados gerados pelo SIF durante as inspeções *post mortem* no período de julho a dezembro de 2021. Um total de 5.964.376 pés de aves foram analisados neste estudo, sendo 3.195.052 provenientes de aves do produtor A, 1.588.726 do produtor B e 1.180.598 do produtor C. As linhagens das aves fornecidas pelos produtores e usadas no estudo foram Coob e Ross. Os resultados foram expressos em unidades de pés condenados e porcentagem de condenação. Do total de pés avaliados, 0,62% foram condenados em decorrência da artrite nas articulações. A condenação dos pés das aves pertencentes a linhagem Coob foi maior comparada com os produtores B e C (69,02 e 65,44%, respectivamente), enquanto que para o fornecedor A, a maior ocorrência de condenação ocorreu com os pés pertencentes a linhagem Ross, correspondendo a 62,4%. Os resultados indicam a necessidade de investigação das causas dessa patologia, com o objetivo de diminuir perdas e reduzir os impactos econômicos para as empresas.

**Palavras-chave:** Articulação. Frango. Inspeção.

### Introdução

A carne de frango é uma das principais proteínas consumidas e comercializadas mundialmente, a cadeia produtiva continua aprimorando maneiras de garantir o desempenho do setor e contribuindo para a economia do país (LIBERA; ROMANI, 2014) (1).

---

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL, UTFPR *campus* Londrina - PR

<sup>2</sup>Docentes do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL, UTFPR *campus* Londrina - PR



Segundo dados do Relatório Anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA/2021) (2), 69% da produção brasileira de carne de frango em 2020 foi destinada ao mercado interno, em média o consumo per Capita de Carne de Frango por brasileiro foi de 45,27% kg/habitantes, o Paraná exportou 40,2% de carne de frango em 2020, foi o maior exportador entre os estados brasileiros. O Brasil exportou 2.801.890 e 2.834.237 toneladas de cortes de frango nos anos de 2019 e 2020 respectivamente, sendo que a China foi o principal destino das exportações sendo 585.377 e 673.215 toneladas nestes mesmos anos.

As indústrias para garantir os mercados, têm de ser gradativamente mais competitivas e diversificadas nos produtos, buscando satisfazer os clientes e consumidores em geral com qualidade e preço. Neste contexto, é essencial o aproveitamento dos pés das aves de maneira lucrativa, pois este corte representa uma parcela importante no peso final do frango. A China é a maior importadora mundial de pés de frango, corte que representou 62,1% do total de produtos importados pelo país (SANTOS, 2010 (3); TEIXEIRA et al, 2019 (4)).

O aumento de investimentos em melhoramento genético de linhagens, implantação de tecnologias, aperfeiçoamento no manejo e pesquisas no campo de sanidade convergiram para o crescimento acelerado do frango. Em consequência, é necessário a realização de uma inspeção eficaz, conforme exigência de normativas, a fim de garantir a segurança e qualidade do produto ao consumidor (PEREIRA, 2019) (5).

Durante o processo de abate, as carcaças são inspecionadas obedecendo os critérios estipulados pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF), por meio de avaliações *ante mortem* e *post mortem* que determinam as causas de condenações das aves (EBLING; BASURCO, 2016) (6).

Entre os motivos de condenação das carcaças durante a inspeção federal em frigoríficos, cita-se a artrite, um problema locomotor que causa inflamação de uma ou várias articulações das aves, e pode ser ocasionada por diversos agentes etiológicos, bem como ser intensificada devido ao manejo inadequado das aves (PEREIRA, 2019) (5).

A artrite enquadra-se dentro dos critérios de julgamento em aves, pela Portaria Nº 210 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em seu Anexo IX (BRASIL 1998) (7) e também do Artigo 175 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA MAPA (BRASIL, 2020) (8).

Maschio e Raszl (2012) (9) identificaram os impactos financeiros de perdas por condenações em um frigorífico da região sul do país durante o período de um ano e relataram





a condenação por artrite correspondeu a 2.636.278 de aves com o percentual de 1,74% das causas de condenação. Com isso, o estabelecimento deixou de faturar R\$1.708.095,16 naquele ano considerando todas as condenações *post mortem*.

A condenação parcial de aves por artrite nos abatedouros-frigoríficos foi a 5ª maior causa no período de 2006 a 2011, com um percentual de 0,38% do total inspecionado (OLIVEIRA et al, 2016) (10).

Com base no pressuposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência de pés condenados por artrite detectados na articulação das aves em uma linha de abate de um frigorífico situado na região Norte do Paraná.

## **Material e Métodos**

O estudo foi conduzido por meio do levantamento de dados gerados pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) durante as inspeções *post mortem* no período de julho a dezembro de 2021 em um frigorífico registrado na região Norte do Paraná.

Um total de 5.964.376 pés de aves (totalizando 2.982.188 aves) foram analisados neste estudo, sendo 3.195.052 (53,57%) provenientes de aves do produtor A, 1.588.726 (26,64%) do produtor B e 1.180.598 (19,79%) do produtor C. As linhagens das aves fornecidas pelos produtores e usadas no estudo foram Coob e Ross.

Para o estudo da ocorrência de pés condenados, seguiu-se metodologia baseada nos critérios de julgamento em aves, na qual é realizada análise visual por pessoal treinado do Serviço de Inspeção Federal. Na etapa de pré-inspeção as carcaças sendo detectadas com artrite foram identificadas manualmente com a marcação nas articulações através de uma caneta ou carimbo com tinta atóxica específica para a atividade e, posterior retirada e condenação da área afetada.

Havendo sido detectado processo inflamatório e/ou lesões, as articulações (coxas) acometidas foram condenadas e por consequência os pés das aves também condenados.

As condenações foram realizadas de acordo com os critérios de julgamento em aves, conforme a Portaria Nº 210 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL1998) (7). E através do Artigo 175 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (2020) (8).



A condenação de pés em decorrência da detecção de artrite na articulação das aves foi quantificada por produtor e por linhagem e os resultados foram expressos em unidades de pés condenados e porcentagem de condenação.

## Resultados e Discussão

Do total de 5.964.376 pés de aves analisados pelo Serviço de Inspeção Federal, 37.238 (0,62%) foram condenados em decorrência de artrite nas articulações, sendo que 0,26% eram pertencentes ao produtor A, 0,18% ao produtor B e 0,18% ao produtor C (Tabela 1). A maior porcentagem de condenação obtida para o produtor A provavelmente se deve ao fato de corresponder a 53,57% do total de pés analisados no estudo, enquanto que os produtores B e C corresponderam a 26,64 e 19,79% do total de pés inspecionados, respectivamente (Tabela 1):

Tabela 1. Distribuição de pés analisados e condenados identificados pelo Serviço de Inspeção Federal por produtor.

Produtor	Pés analisados (unidades)	pés condenados (unidades)	Pés condenados (%)
A	3195052	15717	0,26
B	1588726	10541	0,18
C	1180598	10980	0,18
<b>Total</b>	<b>5964376</b>	<b>37238</b>	<b>0,62</b>

Fonte: Dos autores, 2022.

De acordo com a literatura observa-se que a porcentagem de perda na produção por artrite é variável. Conforme Pereira (2019) (5), em seu estudo realizado em um frigorífico na Serra Gaúcha nos meses de agosto, setembro e outubro, levou em consideração a média de ocorrência de artrite em relação ao número total de aves abatidas no frigorífico, durante o período de três meses e obtiveram o percentual de 3,66%, 3,08% e 2,77% respectivamente.

Enquanto que nos estudos realizados por Maschio e Raszl (2012) (9) em uma empresa de abate de frango durante o período de um ano o percentual de condenações *post mortem* parcial por artrite de acordo com o volume de abate foi de 1,74%, totalizando 2.636.278 de número de aves condenadas durante o período avaliado.

Nos dados obtidos por Ebling e Basurco (2016) (6), durante o ano de 2011, o percentual de carcaças de frango condenadas por artrite em frigoríficos registrados foi de



0,69%, 0,37%, 0,28% e 0,55% nos principais estados brasileiros produtores de frango de corte sendo eles Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul.

Na Tabela 2 está apresentada a incidência de pés que foram condenados em decorrência da artrite identificadas nas articulações, nas linhagens Coob e Ross fornecidas pelos produtores de aves.

Tabela 2. Condenação de pés de aves das linhagens Coob e Ross fornecidas por diferentes produtores, identificadas na etapa de pré-inspeção do abate.

Produtor/Linhagem	Pés condenados devido a artrite			
	Produtor A	Produtor B	Produtor C	TOTAL
Coob	5.916	7.275	7.185	20.376
Ross	9.801	3.266	3.795	16.862
<b>TOTAL</b>	<b>15.717</b>	<b>10.541</b>	<b>10.980</b>	<b>37.238</b>

Fonte: Dos autores, 2022.

Analisando-se a ocorrência de condenação em relação às linhagens das aves, 54,72% eram pertencentes a linhagem Coob, enquanto que 45,28% pertenciam à linhagem Ross. A condenação dos pés das aves pertencentes a linhagem Coob foi maior naquelas fornecidas pelos produtores B e C (69,02 e 65,44%, respectivamente), enquanto que para o fornecedor A, a maior ocorrência de condenação ocorreu com os pés das aves pertencentes a linhagem Ross, correspondendo a 62,4% (Tabela 2). Observando-se a ocorrência de condenação por produtor, do total de 37.238 pés condenados, 42,21% pertenciam ao produtor A, 28,31% ao produtor B e 29,49% ao produtor C.

Jaguezeski et al (2020) (11) avaliaram o efeito de quatro linhagens comerciais de frangos de corte e da estação na ocorrência de condenação das aves nos abatedouros durante o período de um ano e observaram ocorrência de artrite em 0,76% das articulações de aves na linhagem Ross 95, enquanto que a menor ocorrência foi na linhagem Cobb Fast (0,47%). Os autores sugerem que o peso ou a taxa de crescimento acelerado das linhagens possam ter influência, devido à maior fragilidade articular e concluíram a linhagem das aves e a época do ano podem influenciar nas causas de condenações nos frigoríficos.

Os dados apresentados sugerem a necessidade de investigação das causas de artrite, uma vez que a condenação dos pés ocorre por consequência das inflamações identificadas nas articulações das aves. A condenação dos pés em decorrência desta patologia no processo produtivo impossibilita a comercialização para consumo humano, sendo portanto



direcionado para subprodutos. Tal fato gera prejuízos para o setor industrial, com perdas econômicas significativas para a indústria.

Considerando o total de pés (37.238 unidades), que foram condenados durante o período analisado neste estudo (julho a dezembro/2021), a empresa deixou de faturar em média R\$ 13.033,29, produto este que poderia estar sendo comercializado e destinado ao mercado externo.

Tendo em vista os impactos financeiros, conforme levantado por Maschio e Raszl (2012) (9) as condenações parciais por artrite representou R\$ 64.005 no período de um ano.

As perdas econômicas calculadas decorrente das condenações totais em estudo realizado por Ebling e Basurco (2016) (6), em 2011 foi de R\$ 162.122,42 considerando os quatro estados estudados Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul, sendo R\$ 21.955,40, R\$21.167,80, R\$ 20.086,40 e R\$ 98.912,82 respectivamente.

## **Conclusão**

A ocorrência da condenação de pés por artrite detectado por inflamações nas articulações das aves indica a necessidade de investigação das causas dessa patologia visando diminuir as perdas e reduzir os impactos econômicos nas empresas.

## **Referências Bibliográficas**

1. LIBERA, A. A. D. ROMANI, A. Integração vertical entre mercados de frango na Região de Campo Verde MT: Uma análise através da transmissão de preços. **Revista de Estudos Sociais**. v. 14, n.27, p.45-58, 2014.
2. ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2021, p. 34-49, 2021. Disponível em: <[https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA\\_Relatorio\\_Anual\\_2021\\_web.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2022.
3. SANTOS, F. F. **Qualidade bacteriológica de pés de frango de corte em diferentes etapas do processo tecnológico**. 2010. 70 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.



4. TEIXEIRA, V. Q. et al. Caracterização macroscópica e microscópica da pododermatite em relação à classificação industrial de pés de frango para consumo humano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 71, n. 3, p. 797-804, 2019.
5. PEREIRA, T. R. **Ocorrência de artrite em uma planta frigorífica da serra gaúcha nos meses de agosto, setembro e outubro**. 2019. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso ( Bacharel em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.
6. EBLING, P. D. BASURCO, V. Análise das perdas econômicas oriundas da condenação de carcaças nos principais estados brasileiros produtores de frangos de corte. **Ciências Agroveterinárias e Alimentos**. v.1, p.1-11, 2016.
7. BRASIL. **Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998**. Aprovar o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 nov. 1998. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Portaria-210\\_000h19kjcan02wx7ha0e2uuw60rmjy11.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Portaria-210_000h19kjcan02wx7ha0e2uuw60rmjy11.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2022.
8. BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto no 10.468 de 18/08/2020. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Brasília-DF. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.468-de-18-de-agosto-de-2020-272981604>>. Acesso em: 18 mar.2022.
9. MASCHIO, M. M.; RASZL, S. M. (2012). Impacto financeiro das condenações post-mortem parciais e totais em uma empresa de abate de frango. **E-Tech: Tecnologias Para Competitividade Industrial**. p. 26-38, 2012.
10. OLIVEIRA, A. A.; ANDRADE, M. A.; ARMENDARIS, P. M.; BUENO, P. H. S. Principais causas de condenação ao abate de aves em matadouros frigoríficos registrados no serviço brasileiro de inspeção federal entre 2006 e 2011. **Ciência Animal Brasileira**. v. 17, n. 1, p. 79-89, 2016.
11. JAGUEZESKI, A. M; ENGELMANN, A. M; MACHADO, I. N. R; BATTI, B. P. B. O efeito de quatro linhagens comerciais de frangos de corte e a estação do ano na ocorrência de condenações no abatedouro. **Ciência Rural**. v.50, n.10, p.1, 2020.





## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



## **Perfil higiênico-sanitário de uma Unidade de Alimentação e Nutrição pertencente a uma rede federal de ensino situada em Barreiras, Bahia**

**Rafael Fernandes Almeida<sup>1\*</sup>; Dhayna Oliveira Sobral<sup>1</sup>; Daiane de Azevedo Guedes<sup>2</sup>**

**Resumo:** Considerando a importância de avaliar constantemente os estabelecimentos que lidam com serviços de alimentação, de modo a prevenir a ocorrência de surtos de doenças transmitidas por alimentos e água (DTAs), o objetivo desse estudo foi avaliar o perfil higiênico-sanitário de uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) pertencente a rede federal de ensino situada em Barreiras, Bahia, de modo a verificar o cumprimento das exigências legais dispostas em legislações vigentes. Para tanto, foi utilizado o *check list* disponível na Resolução RDC 275/2002, sendo constituída de itens referentes à Edificação e Instalações, Equipamentos, Móveis e Utensílios, Manipuladores, Produção e Transporte do Alimento, e Documentação, totalizando 156 itens. A UAN também teve o perfil higiênico-sanitário determinado conforme sistema de classificação desta mesma Resolução. O estabelecimento atendeu apenas 36,49% dos itens, sendo classificado no Grupo 3 e estando em desacordo com a legislação vigente. A UAN não cumpriu nenhum item referente a documentação, também apresentando índices insatisfatórios nos demais blocos, a exceção do bloco “Produção e Transporte do Alimento”, na qual alcançou 60% de aprovação. Portanto, há necessidade imediata de elaboração de manual de Boas Práticas de Manipulação e de Procedimentos Operacionais Padronizados, bem como de sua aplicação, de modo a promover a melhoria das condições higiênico-sanitárias desse estabelecimento, evitando a propagação de DTAs.

**Palavras-chave:** Boas práticas de manipulação. Procedimentos Operacionais Padronizados. Serviços de alimentação.

### **Introdução**

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) destaca-se como a iniciativa mais antiga do país para a garantia do oferecimento de alimentos seguros e saudáveis em combate à fome e desnutrição, abrangendo os alunos matriculados na rede de educação básica, escolas públicas e filantrópicas de modo a contribuir para o desenvolvimento e melhoria na capacidade de aprendizagem. O programa é dirigido pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), do Ministério da Educação, sendo assegurado pela Constituição Brasileira de 1988 (1,2).

---

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, UNICAMP.

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, IFBA.  
E-mail para a correspondência: r234206@dac.unicamp.br



As entidades responsáveis por promover refeições nutricionalmente equilibradas, microbiologicamente adequadas e isentas de contaminantes são conhecidas por Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN). Uma alimentação adequada deve estar fundamentada nas Boas Práticas de Manipulação de Alimentos (BPM), garantindo a saúde dos seus consumidores e contribuindo para o crescimento e desenvolvimento biopsicossocial do indivíduo (3). A ausência de tais práticas resulta na ocorrência de surtos de doenças transmitidas por alimentos e água (DTAs) (4). Dessa forma, uma vez que o público-alvo do PNAE é potencialmente vulnerável às DTAs, torna-se necessário que haja avaliação constante das UAN quanto ao cumprimento das BPM.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) contempla medidas que promovem maior nível de segurança dos alimentos prontos para o consumo à população brasileira a partir da Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 216/2004, que estabelece o Regulamento Técnico sobre Boas Práticas para Serviços de Alimentação (5). Em complemento, a RDC 275/2002 traz uma lista de verificação das BPM aplicável às indústrias alimentícias e locais de produção de alimentos (6). A aplicação dessas resoluções garante a promoção da saúde e alimentação adequada e saudável, satisfazendo a principal premissa do PNAE: “contribuir para o crescimento do aluno nas áreas social, cognitiva, emocional e principalmente, nutricional” (1,2).

Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar por meio de *check list* das boas práticas de manipulação de alimentos, o perfil higiênico-sanitário de uma unidade de alimentação e nutrição pertencente a rede federal de ensino situada em Barreiras, Bahia, de modo a verificar o cumprimento das exigências legais dispostas em legislações vigentes, em especial, às Resoluções RDC 275/2002 e RDC 216/2004.

## **Material e Métodos**

Para execução do trabalho, foi realizada visita *in loco* a UAN pertencente a uma rede federal de ensino localizada em Barreiras, Bahia. O estabelecimento serve, em média, 1 mil refeições por dia. Os seguintes itens foram observados: local de realização do processamento dos alimentos, equipamentos, operadores, matérias-primas, ingredientes, embalagens e atividades que pudessem comprometer a qualidade dos produtos finais.

Para tanto, foi utilizado o questionário de verificação das BPM para estabelecimentos alimentícios, disponível na Resolução RDC 275/2002 (9). O questionário é constituído por

cinco blocos: Edificação e Instalações, Equipamentos, Móveis e Utensílios, Manipuladores; Produção e Transporte do Alimento, e Documentação, totalizando 156 itens. Fazendo uso da Equação 1, foi calculada a conformidade do estabelecimento quanto aos parâmetros estabelecidos pela Resolução RDC 275/2002, ao qual se refere: Grupo 1 - 76% a 100% de conformidade, Grupo 2 – de 51% a 75% de conformidade e Grupo 3 - até 50% de conformidade.

$$\frac{S}{(S + N)} \cdot 100 = \text{Conformidade (\%)} \quad (1)$$

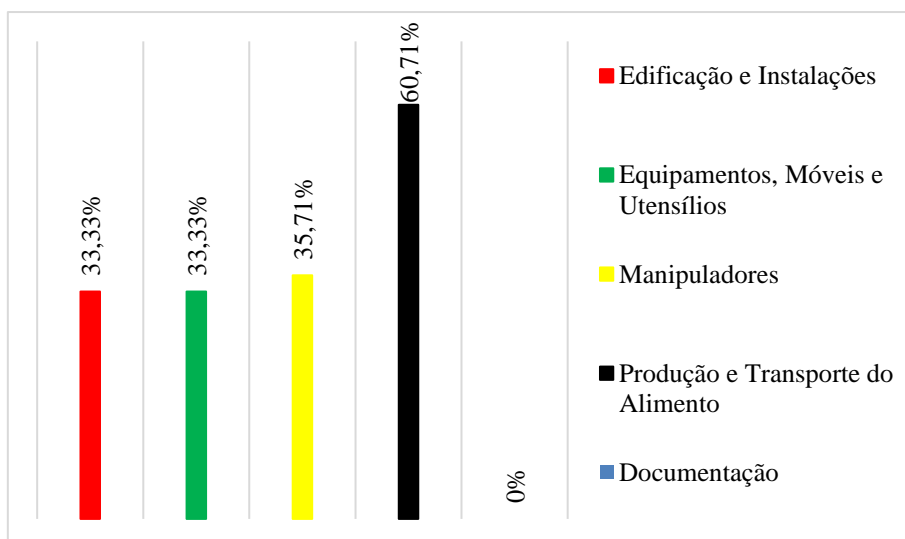
Fonte: Brasil, 2002.

Legenda: S – Sim/Conforme, N – Não conforme.

### Resultados e Discussão

No total, foram 54 itens conformes e 94 não conformes, além de 8 itens que não se aplicam ao local. Utilizando a Equação 1, nota-se que o estabelecimento atendeu à 36,49% dos itens, enquadrando-se no Grupo 3, de acordo com o regimento da Resolução RDC 275/2002. Ou seja, a UAN está em desacordo com a legislação vigente. Diferentes fatores contribuíram para este resultado, havendo inadequação à itens de todas as categorias avaliadas (Figura 1).

Figura 1- Cumprimento das condições higiênico-sanitárias da resolução RDC 275/2002.



Fonte: Dos autores, 2021.

O estabelecimento não atendeu a nenhum item referente a documentação, também apresentando índices insatisfatórios nos demais blocos, a exceção do bloco “Produção e



Transporte do Alimento”, alcançando cerca de 60% de aprovação, mas devido a este tópico contar com itens que não são aplicáveis ao estabelecimento avaliado. Segue o descritivo das principais falhas e acertos da unidade.

- **Edificação e Instalações**

As áreas externas ao estabelecimento são livres de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente, mas há a presença de animais. No entanto, a presença de muros e guaritas dificultam a entrada de pessoas estranhas na localidade. Não existem áreas ou estabelecimentos considerados insalubres próximos, como lixões, usinas de reciclagem de lixo, curtumes, e também não há histórico de inundações na região. Já as vias de acesso são pavimentadas com granilite. Este piso possui alta durabilidade e seus rejuntas não permitem acúmulo de poeira e possui facilidade de higienização e secagem, sendo resistente às lavagens e desinfecções sucessivas (8).

A declividade do terreno não possibilita o acúmulo de água da chuva ou de escoamento de limpeza das áreas internas, pois sua declividade é entre 1 e 2% em direção aos drenos, reduzindo o risco de empoçamento. Já a grama das áreas externas é cortada mensalmente, no intuito de reduzir a probabilidade de ocultar caminhos de roedores ou suas tocas. Além disso, as árvores ficam localizadas a um raio de 50 metros do local de preparo e distribuição de alimentos. Todavia, o piso da área interna não é de fácil higienização, pois há dificuldade de escoamento da água, não sendo observado também nenhum sistema, como ralos sifonados ou drenos, que dificultasse a entrada de roedores e facilitasse a higienização. O piso também não é de azulejo ou cerâmica branca.

Diferente do piso, as paredes são de cerâmica e com rejuntas de 3 mm de distância entre si, o que evita o acúmulo de gordura ou de outras sujidades. No entanto, os cantos entre as paredes e entre as paredes com o piso não são arredondados, o que reduziria o acúmulo de sujidades. O teto é feito de gesso, impossibilitando a higienização adequada por ser um material altamente permeável. Um modo de resolver esta não-conformidade é por meio da substituição do teto por laje em concreto liso, pintado na cor branca e com tinta impermeabilizante, resistente a umidade e a vapores. Também é preciso higienizar o teto com frequência.

Em relação às portas, só existe uma entrada/saída nas instalações do estabelecimento, sendo observada a necessidade de uma saída de emergência, já que as colaboradoras lidam diariamente com fogo. A porta é de difícil higienização, pois sua superfície não é lisa, e não





possui fechamento automático ou ajuste aos batentes. Também não possui barreiras de borracha vedadas contra pragas. Já as janelas indicam que a higienização não é feita regularmente, contudo, possui tela de proteção contra insetos e roedores.

A iluminação está abaixo do indicado pela Norma NBR 5413 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (9), dificultando a execução das atividades por parte das colaboradoras. De acordo com esta norma, assim como pelo Manual de Iluminação da Eletrobrás, as áreas comuns da unidade de alimentação, considerando suas atividades e dimensões, devem possuir um mínimo de 250 lux, enquanto as áreas de trabalho devem possuir um valor de 500 lux de intensidade luminosa. Já para as áreas de estocagem, 150 lux devem ser usados, no mínimo (10). As luminárias também não possuem proteção contra quebra e não estão em disposição adequada.

O abastecimento de energia possui tensão de 220v, bifásico, mas as instalações elétricas necessitam de revestimento isolante. Recomenda-se que a rede elétrica da unidade siga a Norma NBR 5410 (11), bem como é obrigatório passar por manutenções constantes. Outro ponto observado foi a ausência de ventilação e climatização do local, o que deixa as dependências com temperatura elevada ( $\cong 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Isso gera um desconforto térmico, podendo ainda ser maximizado, já que as colaboradoras utilizam de aquecimento para preparar os lanches, tornando o local insalubre. Esta situação pode ser revertida através da implantação de ventilação por convecção forçada, por meio de ar-condicionado. No entanto, é preciso assegurar que o fluxo de ar não incida diretamente sobre os alimentos, bem como a manutenção do aparelho deve ser realizada com frequência.

A unidade de alimentação não adota controle químico com regularidade, para evitar a proliferação de vetores e pragas urbanas, havendo, inclusive, indícios de sua presença no local. Terceirizar o controle de pragas e vetores urbano é uma solução, que inclui a realização de um programa periódico de desinsetização e desratização de maneira segura e eficaz, incluindo controle químico de acordo cronograma pré-determinado, conforme a Portaria 09/2000 referente a Norma Técnica para Empresas Prestadoras de Serviço em Controle de Vetores e Pragas Urbanas, com produtos desinfetantes regularizados pelo Ministério da Saúde (12).

Quanto ao abastecimento de água, a captação é feita através do serviço público da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA). No entanto, a unidade apresenta diversos problemas, como: descascamento no reservatório, inexistência de responsável



comprovadamente capacitado para a higienização do reservatório da água, higienização realizada sem periodicidade, falta de registro de higienização do reservatório e de análise de potabilidade da água. É recomendado que a rede hidráulica siga a Norma NBR 5626 (13).

Os resíduos gerados no ambiente de trabalho são principalmente sólidos, como embalagens plásticas de matérias-primas e ingredientes, e material orgânico gerado por sobras do preparo dos alimentos. A retirada dos resíduos da área de processamento é frequente, evitando focos de contaminação e existe uma área adequada para estocagem desses resíduos, atendendo a Resolução RDC 216/2004 (5). No entanto, as lixeiras precisam ser substituídas por novas que contenham tampa e pedal, para acionamento automático. Já os resíduos de gordura podem ser destinados a locais especializados na coleta deste material orgânico, reaproveitando-o para fabricação de sabão, por exemplo, enquanto às sobras recorrentes dos alunos podem ser utilizadas na fabricação de adubo.

- Manipuladores/Equipamentos, Móveis e Utensílios

As colaboradoras apresentaram ausência de afecções cutâneas, feridas e supurações, ausência de sintomas e infecções respiratórias, gastrointestinais e oculares. Elas afirmaram terem realizados exames admissionais antes da contratação, indo de acordo com a NR 07 do Ministério do trabalho e Emprego (14), bem como a realização de exames periódicos realizados anualmente. As colaboradoras responsáveis pelo preparo dos lanches são as mesmas que realizam a limpeza do local. Segundo elas, o tempo é insuficiente para a realização das duas funções, por isso a higienização é superficial, lavando-se apenas o chão, vasilhas, bancadas e fogão. Também ressaltam que a higienização completa é realizada a cada 15 dias, intervalo de tempo inadequado para um estabelecimento alimentício.

Quanto às vestimentas das manipuladoras, ambas estavam com blusa branca, porém trajavam calças jeans de tonalidade escura, o que dificulta a visualização de sujidades, além de sapatilhas abertas, inadequadas para o local de trabalho. Não havia presença de cartazes de orientação acerca da correta lavagem das mãos e demais hábitos de higiene, afixados em locais apropriados. As colaboradoras também relataram não existir um programa de capacitação adequado e contínuo relacionado à higiene pessoal e à manipulação dos alimentos.

No local havia alguns equipamentos quebrados ou em desuso, caracterizando acúmulo. Os equipamentos ainda em uso apresentavam indícios de ter muito tempo de



utilização. No entanto, as embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos metálicos com ou sem revestimentos poliméricos utilizados pela unidade são atóxicos, lisos, impermeáveis, laváveis e resistentes a substâncias corrosivas, atendendo às especificações da Resolução RDC 20/2007, que dispõe do Regulamento Técnico Sobre Disposições Para Embalagens, Revestimentos, Utensílios, Tampas e Equipamentos Metálicos em Contato com Alimentos (15). Além disso, antes e durante a manipulação e preparo dos alimentos os equipamentos e utensílios são separados e higienizados de forma periódica, adequada e eficaz, de maneira a evitar o uso do mesmo utensílio ou equipamento em diferentes preparos. As mesas são de aço inoxidável e higienizadas com frequência, fazendo uso de álcool 70%.

▪ **Produção e Transporte do Alimento/Documentação**

As operações de recepção da matéria-prima, ingredientes e embalagens são realizadas em uma sala separada do estabelecimento, com pouca proteção. Já a inspeção é executada de forma superficial, observando as datas de validade e a integridade das embalagens. Não há a presença de planilhas de controle, imprescindíveis para o controle de temperatura, características sensoriais, condições de transporte, entre outros fatores.

As matérias-primas e ingredientes recepcionados não possuem identificação de aprovação ou de aguardo da liberação. No entanto, os que estão fora da data de validade ou com embalagens violadas são devolvidos. Os rótulos e embalagens estão em conformidade com a legislação vigente, atendendo a Resolução RDC 91/2001 (16), que regulamenta os critérios gerais para embalagens e equipamentos que entram em contato direto com os alimentos, e a Resolução RDC 259/2002 (7), que estabelece o regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados.

Os critérios considerados para a seleção das matérias-primas e ingredientes são: preço, validade, facilidade de armazenamento e perecibilidade do mesmo. No entanto, quando se trata de produtos que podem conter algum tipo de fraude ou maiores chances de contaminação, o estabelecimento não os submetem a análises microbiológicas, o que poderia ser feito na própria instituição, que dispõe de laboratório de Microbiologia e Análise de Alimentos, bem como de profissionais qualificados para realização destas avaliações. O armazenamento é realizado de forma equivocada, onde as matérias-primas e ingredientes são dispostos em caixotes de madeira pouco suspensos, e sob balcões, encostadas nas



paredes. Entretanto, estavam distantes do teto. O armazenamento de alimentos perecíveis é realizado de forma correta, sob refrigeração, prolongando sua vida de prateleira.

As matérias-primas, ingredientes e embalagens são utilizados respeitando a ordem de chegada, onde são observadas as datas de validade, para que não haja desperdício ou perda. As embalagens a serem utilizadas são acondicionadas de forma incorreta em um armário no depósito do estabelecimento, junto aos materiais de limpeza. O correto é estarem em depósitos separados. Já a rede de frio atende ao volume adequado de ingredientes, já que o estabelecimento é provido de um freezer, suficiente para atender a demanda.

Não há área para pré-preparo, denominado área suja, isolados da área de preparo, portanto, são realizados no mesmo local. Contudo, somente as colaboradoras responsáveis são autorizadas a terem acesso ao local de preparo dos alimentos, garantindo o controle do fluxo de pessoas e evitando contaminações físicas e biológicas no preparo dos alimentos. O estabelecimento proíbe qualquer pessoa transitar pela área de produção sem o uso de uniforme. Com relação à produção, esta é organizada, linear e sem cruzamento, evitando contaminações durante o preparo. Já o produto final é acondicionado em recipientes apropriados e higienizados, em bandejas plásticas e panelas de fácil higienização, sem violações.

Não há contaminação do produto final por material estranho, estragado ou tóxico. Os utensílios e materiais utilizados no preparo são higienizados, enquanto os produtos são avaliados sensorialmente antes da distribuição. O estabelecimento também não faz uso de madeira, devido a sua superfície porosa e úmida que permite a proliferação de microrganismos patogênicos. O armazenamento do produto final é realizado em um local limpo e conservado. Em bandejas e panelas de aço inoxidável, pois são servidos no mesmo dia ou sob refrigeração, no caso de alimentos servidos frios.

Os alimentos pré-prontos, refrigerados e congelados são armazenados em recipientes hermeticamente fechados e separados a fim de proteger contra o ambiente externo, evitando assim que adquiram odores e sabores de outros alimentos bem como a proliferação de microrganismos e posterior contaminação. Quando são servidos minutos após seu preparo, são acondicionados em freezers ou geladeiras até o momento de servir, para que suas temperaturas sejam mantidas. Os alimentos que passam pelo processo de cocção são mantidos cobertos em seus recipientes até o momento em que serão servidos, sendo esse tempo de espera o menor possível, a fim de evitar contaminações. Os alimentos que não são



consumidos durante o período matutino são devidamente armazenados sob condições controladas e novamente ofertados no período vespertino e noturno.

Com relação à planilha de controle de temperatura, as colaboradoras informaram haver a existência das planilhas, porém, não há como mensurar a temperatura por falta de equipamento, logo, não há o controle deste parâmetro. Por fim, não são aplicados testes analíticos aos alimentos preparados no estabelecimento devido ao porte do estabelecimento e ao custo com os testes, portanto, não há controle de qualidade com relação ao produto final, a exceção da realização de análise sensorial.

As operações executadas não estão de acordo com as exigências das BPM, nas quais, apesar das matérias-primas e utensílios serem bem higienizados, o local em si não recebe o mesmo tratamento. Além disso, as colaboradoras utilizam parcialmente os equipamentos de proteção individual (EPI's), de forma correta. Alguns itens também não são atendidos pelo estabelecimento, tais como a existência de manual BPM e de Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs), não havendo programas de autocontrole que permitam o controle de qualidade do produto final, de potabilidade água, manejo dos resíduos, higiene e saúde dos manipuladores, itens obrigatórios para estabelecimentos de alimentação e nutrição (5,6).

## **Conclusão**

Infere-se que a UAN possui um perfil higiênico-sanitário em desacordo com as exigências legislativas, na qual os itens mais críticos dizem respeito à Documentação, seguidos dos Manipuladores, Equipamentos, Móveis e Utensílios, Edificação e Instalações. Portanto, este estabelecimento necessita da elaboração e aplicação imediata de manual de BPM e POPs, de forma a promover a melhoria das condições higiênico-sanitárias dessa UAN, evitando a propagação de DTAs.

## **Referências Bibliográficas**

1. BRASIL. Ministério da educação. **Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE**. Brasília: FNDE, 2008.
2. BRASIL. Ministério da educação. **Fundo nacional de desenvolvimento da educação**. Cartilha Nacional da Alimentação Escolar. Brasília: FNDE, 2014.
3. BRASIL. **Secretaria de Educação. Manual de boas práticas na alimentação escolar**: superintendência de administração, orçamento e finanças. Campo Grande/MS: Coordenadoria de Alimentação Escolar, 2017.





4. FORTES, K. S. B. *et al.* Condições higiênico-sanitárias de unidades de alimentação e nutrição de escolas de educação infantil de Palmeira das Missões - RS. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 5, n. 3, p. 37, 31 ago. 2017.
5. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (ANVISA). Resolução RDC nº 216/2004. Dispõe Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Diário Oficial da União**. Brasília/DF, 2004.
6. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (ANVISA). Resolução RDC Nº 275/2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de POPs aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das BPM em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília/DF, 2002. 23p.
7. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (ANVISA). Resolução RDC nº 259/2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília/DF, 2002.
8. FRANCELINO, P. R. O.; LIBORIO, J. B. L. Subsídios para projeto e execução de revestimentos em granilite. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, v. 13, n. 61, p. 63-76, 2011.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Iluminância de interiores. **Norma NBR 5413**. Rio de Janeiro/RJ, 1992.
10. ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S. A. **Manual de iluminação**. Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Rio de Janeiro/RJ, 2011.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Instalações elétricas de baixa tensão. **Norma NBR 5410**. Rio de Janeiro/RJ, 2004. 217p.
12. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (ANVISA). Portaria nº 09 de 16 de novembro de 2000. Dispõe sobre a Norma técnica para empresas prestadoras de serviço em controle de vetores e pragas urbanas. **Diário Oficial da União**. Brasília/DF, 2000. 42p.
13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Instalação Predial de água Fria. **Norma NBR 5626**. Rio de Janeiro/RJ, 1998. 41p.
14. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). NR 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Estabelece diretrizes e requisitos para o desenvolvimento do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO nas organizações. **Diário Oficial da União**. Brasília/DF, 1978.
15. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (ANVISA). Resolução - RDC nº 20/2007. Aprova o Regulamento Técnico sobre Disposições para Embalagens, Revestimentos, Utensílios, Tampas e Equipamentos Metálicos em Contato com Alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília/DF, 2007. 12p.
16. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (ANVISA). Resolução – RDC nº 91/2001. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília/DF, 2001.



## Potencial da farinha de sabugo de milho como substituinte parcial da farinha de trigo em muffins

Tatiane Monteiro dos Santos\*<sup>1</sup>; Glauce Kelly Silva do Nascimento<sup>2</sup>; Irene Andressa<sup>3</sup>; Nathália de Andrade Neves<sup>4</sup>; Marcio Schmiele<sup>5</sup>

**Resumo:** O milho possui um alto prestígio no agronegócio e é um dos alimentos mais versáteis na economia brasileira. Durante a fase da colheita e beneficiamento do milho temos o sabugo gerado como resíduo, o qual possui alto teor de fibras e, quando processado à farinha, pode ser incluído em matrizes alimentícias. Dentre estas, os produtos de panificação despontam como uma excelente opção, destacando-se os muffins por apresentarem uma alta aceitabilidade entre os consumidores. O objetivo deste estudo foi verificar o potencial da farinha de sabugo de milho branco como substituto parcial da farinha de trigo em 0, 10, 20, 30, 40 e 50 %, analisando-se as características da massa (pH, gravidade específica e textura) e dos muffins (pH, volume específico,  $a_w$ , umidade, acidez titulável total, cor e textura instrumentais e composição centesimal). Os resultados indicaram que a formulação com 10 % de substituição da farinha de trigo por farinha de sabugo apresentou os melhores resultados, principalmente em relação à gravidade específica da massa (0,83 g/mL) e volume específico (2,63 L/kg) e firmeza (7,05 N) dos bolos. Além disso, esta formulação atende aos requisitos para ser considerado um produto rico em fibras alimentares (mínimo de 5 g de fibras alimentares por porção de 60 g de muffin).

**Palavras-chave:** Bolos. Conveniência. Fibras Alimentares. Agricultura familiar. Inovação.

### Introdução

O milho é um dos alimentos mais versáteis da economia brasileira, com produtos primários e industrializados. Além de possuir um alto prestígio no agronegócio, o milho é uma das principais culturas da agricultura familiar no Brasil, importante para a subsistência e para a venda local (1).

---

<sup>1</sup> Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Instituto de Ciência e Tecnologia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>2</sup> Bacharela em Ciência e Tecnologia. Graduanda em Engenharia de Alimentos. Instituto de Ciência e Tecnologia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>3</sup> Engenheira de Alimentos. Doutoranda em Tecnologia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa.

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma. Técnica de Laboratório do Instituto de Ciência e Tecnologia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>5</sup> Químico de Alimentos. Docente do Curso de Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto de Ciência e Tecnologia. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

E-mail para a correspondência: tatiane.santos@ufvjm.edu.br



Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a produção nacional de milho em 2021 foi de 116,3 milhões de toneladas, somando as três safras do produto (Conab, 2021). No ranking de produção mundial de milho, o Brasil ocupa a terceira posição e, como consequência, é um grande gerador de subprodutos, onde para cada tonelada de milho processada são gerados 180 kg de sabugo de milho, o qual é descartado de forma inadequada na maioria das vezes (2).

A utilização da farinha de sabugo de milho como alternativa para o enriquecimento de produtos alimentícios é uma forma de reaproveitamento de um subproduto que seria descartado. Devido ao seu baixo custo, o sabugo de milho contribui para a produção de um alimento acessível, oferecendo à população o acesso à alimentos nutritivos e baratos (2).

Dentre esses produtos alimentícios, tem-se como exemplo os produtos de panificação, com enfoque nos muffins, os quaise têm alta aceitabilidade pelos consumidores, além de serem produtos apreciados sensorialmente e apresentarem praticidade de consumo. Os muffins possuem uma composição bastante variável, mas a formulação é caracterizada por uma grande quantidade de açúcares, lipídeos e farinha de trigo. A substituição parcial desses ingredientes, como por exemplo a substituição de parte da farinha de trigo por farinha de sabugo de milho pode melhorar a qualidade nutricional dos bolos, principalmente em relação ao teor de fibras alimentares (3). Dessa forma, este trabalho teve como objetivo a exploração da farinha de sabugo de milho de cor branca como substituto parcial da farinha de trigo, avaliando-se as características da massa do bolo e as propriedades tecnológicas e nutricionais do produto final.

## **Material e Métodos**

### **Matéria-prima**

Os sabugos de milho crioulo foram obtidos por doação do Projeto Milho Crioulo do Instituto de Ciências Agrárias da UFVJM (safra de 2020), oriundas do município de Viçosa-MG e reproduzidas na Fazenda Experimental Rio Manso, em Couto de Magalhães de Minas-MG, situada nas coordenadas geográficas de 18°4'44,55'' S e 43°27'23''W, com altitude de 721 m. O projeto foi registrado sob número A5C29C1 no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen).

### **Materiais**

Os ingredientes utilizados foram a farinha de trigo, a farinha de sabugo de milho, o ovo in natura, a sacarose, o leite UHT integral, a gordura vegetal hidrogenada, o fermento



químico em pó (amido de milho como veículo, bicabornato de sódio, fosfato monocálcico e carbonato de cálcio) e emulsificante comercial (monoglicerídeo de ácidos graxos destilados, sal de ácidos graxos, monoesterato de sorbitana e polioxietileno de monoesterato de sorbitana).

### **Obtenção da farinha do sabugo de milho**

O sabugo de milho crioulo foi submetido à desintegração em moinho de martelo JF 80 (JF Máquinas, Itapira-SP, Brasil). Para melhorar a finura do tamanho de partícula, a farinha da primeira moagem foi submetida a uma outra moagem no moinho de bolas TE-350 (Tecnal, Brasil) para uma melhor redução na granulometria.

### **Parte experimental**

Este estudo foi conduzido por meio da elaboração de um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com substituição parcial da farinha de trigo refinada por farinha de sabugo nas proporções de 0 (C), 10 (F1), 20 (F2), 30 (F3), 40 (F4) e 50 (F5) % (b.u.).

### **Preparação da massa e dos muffins**

Preparada em duas etapas, a massa dos muffins foi desenvolvida com a utilização de batedeira planetária Orbit Kitchen 600 (Cadence, Balneário Piçarras, BRA), misturando-se os ingredientes de acordo com a formulação padrão: 100 % de farinha, 40 % de gordura vegetal hidrogenada, 50 % de ovo, 58,75 % de sacarose, 45 % de leite UHT integral, 2,5 % de fermento químico em pó e 1 % de emulsificante comercial.

Definida como fase creme, a primeira etapa constituiu na mistura da gordura vegetal hidrogenada, da sacarose e do emulsificante com o batedor arame por três minutos na velocidade máxima. Logo após, acrescentou-se os ovos in natura, anteriormente homogeneizados com o auxílio de um garfo, os quais foram incorporados no mesmo tempo e velocidade da fase creme. Na segunda etapa, fase massa, foram adicionados as farinhas e o leite UHT, misturando-se a massa com o batedor raquete na velocidade 1 até completa homogeneização. Em seguida, o fermento químico em pó foi incorporado.

A massa foi dividida em porções de  $60 \pm 1$  g em forma de papel impermeável (Regina Culinária, Presidente Prudente-SP, Brasil) e colocadas em formas de alumínio. Logo depois, as massas foram assadas em forno ConventionLine (Venâncio, Venâncio Aires, BRA) pré-aquecido a  $170 \pm 2$  °C por 20 minutos, resfriados em temperatura ambiente por 1 hora e armazenados em embalagens de polietileno de alta densidade. Os muffins foram fatiados mecanicamente em Fatiador FPV12 (Venâncio, Venâncio Aires, BRA), sendo que cada fatia apresentou 12 mm de espessura.





### **Aspectos tecnológicos e físico-químicos das massas**

As massas foram analisadas quanto à gravidade específica e pH através dos métodos 55-50.01 da AACCI (4) e 981.12 da AOAC (5), respectivamente. Os parâmetros quantificados na textura instrumental da massa foram dureza (N), adesividade (N) e impulso (N.s), em texturômetro TA-XT Plus (Micro Systems Stable, Surrey, England), com probe cilíndrica P/0.5S e plataforma HDP/90, com os seguintes parâmetros: velocidade pré-teste, teste e pós teste de 3,0, 1,0 e 1,0 mm/s, respectivamente, distância de penetração de 40 % e limiar de detecção de 0,025 N (6). Para o teste (em triplicata), um recipiente de 50 mL foi preenchido totalmente com a massa.

### **Aspectos tecnológicos e físico-químicos dos muffins**

Os muffins foram analisados quanto ao volume específico por deslocamento de painço (método 10-05.01 da AACCI) (4). A análise de perfil de textura (método 74-09.01 da AACCI) (4), foi realizada com probe P/36R e plataforma HDP/90, no modo força de compressão, com velocidade pré-teste, teste e pós-teste de 1,0, 1,0 e 5,0 mm.s<sup>-1</sup> (respectivamente), compressão de 40 %, tempo entre ciclos de 1 s e limiar de detecção de 0,049 N. Os parâmetros avaliados foram firmeza (N), dureza (N), coesividade, elasticidade, gomosidade (N), mastigabilidade (N) e resiliência A cor instrumental foi realizada por meio de leitura em colorímetro CM-5 Konica Minolta (Minolta, Chiyoda, Japão) (7) e atividade de água por medição direta em hidrômetro (Aqualab 4TE Duo).

A caracterização da composição centesimal foi realizada na farinha de trigo refinada e na farinha de sabugo e nos muffins, sendo determinadas as concentrações de umidade (método 44-15.02), cinzas (método 08-01.01), proteínas (método 46-13.01; N = 5,70 para a farinha de trigo e os muffins, N = 6,25 para a farinha de sabugo de milho) e lipídeos (método 30-25.01) da AACCI (4). Os carboidratos digeríveis compostos de açúcares disponíveis (expressos em sacarose) e o amido foram analisados pelo método 982.14 e a fibra alimentar total quantificada pelo método 978.10 da AOAC (5).

### **Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de médias pelo teste Scott-Knott a 5 % de significância.

### **Resultados e Discussão**

A gravidade específica das massas (Tabela 1) foi menor para C e F10, as quais não apresentaram diferença estatística entre si. Valores menores de gravidade específica





indicam melhor aeração da massa, o que resultará em melhores características aos muffins após a etapa de forneamento, principalmente em relação ao volume específico e textura do miolo. A partir dos dados de pH das massas (Tabela 1) foi possível observar que a adição de farinha de sabugo de milho ocasionou em uma redução no potencial hidrogeniônico. Embora, para o controle o valor de pH tenha sido superior em relação aos demais, o acréscimo de farinha de sabugo de milho não reduziu proporcionalmente o valor de pH de acordo com o aumento da substituição parcial da farinha de trigo, podendo esta variação nos valores ser atribuída ao acaso, principalmente pela acuracidade das análises, pois os valores de desvio padrão foram muito baixos, sendo assim, pequenas diferenças entre os dados os tornam estatisticamente significativos. Menores valores de pH resultam em melhor liberação de CO<sub>2</sub> pelo fermento químico durante a etapa de forneamento.

Tabela 1 – Características da massa de muffins com substituição parcial da farinha de trigo refinada por farinha de sabugo de milho.

Formulações	Gravidade específica (g/mL)	pH	Textura instrumental		
			Dureza (N)	Adesividade (N)	Impulso (N.s)
C	0,85±0,01 <sup>b</sup>	6,11±0,03 <sup>a</sup>	0,127±0,002 <sup>f</sup>	-0,046±<0,001 <sup>a</sup>	3,49±0,03 <sup>e</sup>
F1	0,83±0,01 <sup>b</sup>	5,88±0,04 <sup>b</sup>	0,196±0,002 <sup>e</sup>	-0,070±0,002 <sup>a</sup>	5,79±0,05 <sup>d</sup>
F2	0,92±0,01 <sup>a</sup>	5,92±0,02 <sup>b</sup>	0,275±0,002 <sup>d</sup>	-0,100±0,001 <sup>a</sup>	7,46±0,07 <sup>d</sup>
F3	0,88±0,02 <sup>a</sup>	5,84±0,02 <sup>c</sup>	0,418±0,009 <sup>c</sup>	-0,141±0,005 <sup>a</sup>	11,31±0,28 <sup>c</sup>
F4	0,92±0,02 <sup>a</sup>	5,73±0,02 <sup>d</sup>	1,236±0,024 <sup>b</sup>	-0,438±0,015 <sup>b</sup>	34,13±1,75 <sup>b</sup>
F5	0,90±0,03 <sup>a</sup>	5,83±0,03 <sup>c</sup>	2,262±0,055 <sup>a</sup>	-0,452±0,027 <sup>c</sup>	67,27±1,18 <sup>a</sup>

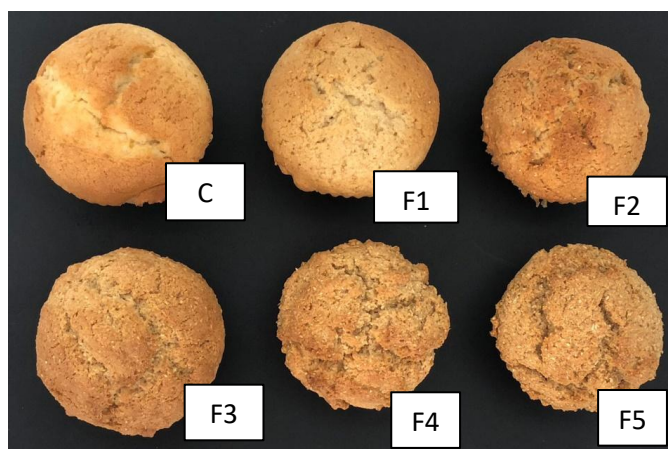
Fonte: Dos autores, 2022.

Valores correspondentes a média aritmética de três repetições ± desvio padrão. Médias com letras distintas na mesma coluna apresentam diferença estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Scott-Knott. Legenda: C: Controle; F1: 10 % de farinha de sabugo de milho; F2: 20 % de farinha de sabugo de milho; F3: 30 % de farinha de sabugo de milho; F4: 40 % de farinha de sabugo de milho; F5: 50 % de farinha de sabugo de milho.

Por outro lado, observou-se que o aumento da substituição por farinha de sabugo de milho ocasionou aumentos dos valores de dureza e impulso da massa e diminuíram a adesividade (Tabela 1). A incorporação de fibras em massas de panificação resulta nesses fenômenos devido às intrínsecas das fibras alimentares, como alta afinidade com a água através da formação de ligação de hidrogênio dos grupamentos funcionais das fibras (-OH) com a água, reduzindo a disponibilidade do solvente para os outros ingredientes e, dessa forma, proporcionando uma massa mais rígida (8).

Os efeitos dos resultados das texturas das massas foram observados no volume específico e nos parâmetros de textura dos muffins assados (Tabela 2). A adição de farinha de sabugo de milho reduziu o volume específico, aumentou a firmeza, a dureza, a gomosidade e a mastigabilidade e diminuiu a adesividade, elasticidade e resiliência. Fatos evidentes também na Figura 1, onde estão representadas as imagens dos muffins após o forneamento. Com o aumento da dureza da massa, tem-se uma menor capacidade de crescimento no forno, resultando em menores volumes específicos dos bolos (9), o que contribuiu com o aumento da rigidez do miolo, tornando-os mais firmes. Firmeza e dureza se complementam, sendo diretamente proporcional à gravidade específica da massa e inversamente proporcional ao volume específico do bolo. Os parâmetros de gomosidade (atributo mecânico da textura em relação à coesão que um produto têm relação com a força necessária para desintegrar o mesmo ao ponto ideal para engolir), mastigação (atributo mecânico da textura em relação à coesão e tempo gasto ou o número de mordidas necessárias para que um produto sólido esteja pronto para engolir) estão diretamente relacionados às características da textura percebidas pelos consumidores durante a mastigação e a deglutição de um produto. O volume específico dos muffins possui uma relação direta com a cor apresentada, onde, quanto menor o volume, menor o valor de  $L^*$  em função da maior concentração de farinha de sabugo, parâmetro este que representa a luminosidade das amostras.

Figura 1 – Aparência dos muffins elaborados com diferentes porcentagens de substituição da farinha de trigo por farinha de sabugo de milho.



Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: C: Controle; F1: 10 % de farinha de sabugo de milho; F2: 20 % de farinha de sabugo de milho; F3: 30 % de farinha de sabugo de milho; F4: 40 % de farinha de sabugo de milho; F5: 50 % de farinha de sabugo de milho.

Em menores volumes, ocorre uma concentração dos pigmentos presentes na amostra, diminuindo assim a sua luminosidade (10). Os valores de  $a^*$  aumentaram com o incremento da farinha de sabugo, indicando uma maior tendência a tonalidade avermelhada em relação à farinha de trigo. Comportamento semelhante ocorreu com o parâmetro  $b^*$  da cor instrumental, o qual aumento com as substituições da farinha de trigo por farinha de sabugo, até o nível máximo de 30 %, em decorrência da presença de carotenoides presentes na farinha, refletindo em tonalidade amareladas do miolo dos muffins.

Tabela 2 – Características físico-químicas dos muffins com adição de diferentes quantidades de farinha de sabugo de milho (média  $\pm$  desvio padrão).

Análises	C	F1	F2	F3	F4	F5
Volume específico (L/kg)	2,84 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	2,64 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	2,33 $\pm$ 0,02 <sup>d</sup>	2,50 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>	2,08 $\pm$ 0,09 <sup>e</sup>	2,00 $\pm$ 0,05 <sup>e</sup>
$a_w$	0,8779 $\pm$ 0,0014 <sup>c</sup>	0,8829 $\pm$ 0,0004 <sup>a</sup>	0,8680 $\pm$ 0,0007 <sup>f</sup>	0,8756 $\pm$ 0,0013 <sup>d</sup>	0,8738 $\pm$ 0,0005 <sup>e</sup>	0,8810 $\pm$ 0,0008 <sup>b</sup>
ATT	0,06 $\pm$ <0,01 <sup>b</sup>	0,08 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,07 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,07 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,08 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,10 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
$L^*$	77,86 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	68,31 $\pm$ 0,95 <sup>b</sup>	65,24 $\pm$ 0,27 <sup>c</sup>	62,62 $\pm$ 0,46 <sup>d</sup>	61,39 $\pm$ 0,55 <sup>e</sup>	61,23 $\pm$ 0,36 <sup>e</sup>
$a^*$	2,19 $\pm$ 0,12 <sup>d</sup>	4,53 $\pm$ 0,39 <sup>c</sup>	5,50 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	6,05 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	6,15 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	6,07 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
$b^*$	26,50 $\pm$ 0,24 <sup>d</sup>	27,22 $\pm$ 0,19 <sup>c</sup>	27,58 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>	28,07 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	27,68 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>	27,36 $\pm$ 0,21 <sup>c</sup>
Firmeza (N)	6,87 $\pm$ 0,63 <sup>e</sup>	7,05 $\pm$ 0,56 <sup>e</sup>	10,43 $\pm$ 0,70 <sup>d</sup>	12,48 $\pm$ 0,21 <sup>c</sup>	19,84 $\pm$ 1,31 <sup>b</sup>	22,35 $\pm$ 1,19 <sup>a</sup>
Dureza (N)	8,42 $\pm$ 0,82 <sup>e</sup>	8,84 $\pm$ 0,51 <sup>e</sup>	13,76 $\pm$ 1,03 <sup>d</sup>	15,98 $\pm$ 1,44 <sup>c</sup>	26,52 $\pm$ 1,90 <sup>b</sup>	28,96 $\pm$ 1,83 <sup>a</sup>
Adesividade (N)	-0,048 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>	-0,047 $\pm$ 0,005 <sup>a</sup>	-0,074 $\pm$ 0,005 <sup>c</sup>	-0,062 $\pm$ 0,006 <sup>b</sup>	-0,054 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	-0,079 $\pm$ 0,012 <sup>c</sup>
Elasticidade	0,788 $\pm$ 0,024 <sup>a</sup>	0,741 $\pm$ 0,024 <sup>b</sup>	0,655 $\pm$ 0,032 <sup>c</sup>	0,623 $\pm$ 0,040 <sup>d</sup>	0,600 $\pm$ 0,019 <sup>d</sup>	0,531 $\pm$ 0,014 <sup>e</sup>
Coesividade	0,445 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>	0,395 $\pm$ 0,022 <sup>b</sup>	0,340 $\pm$ 0,009 <sup>c</sup>	0,311 $\pm$ 0,007 <sup>d</sup>	0,310 $\pm$ 0,012 <sup>d</sup>	0,253 $\pm$ 0,009 <sup>e</sup>
Gomosidade (N)	3,77 $\pm$ 0,44 <sup>c</sup>	3,80 $\pm$ 0,47 <sup>c</sup>	4,69 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup>	4,93 $\pm$ 0,40 <sup>b</sup>	7,94 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	7,53 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>
Mastigabilidade (N)	2,88 $\pm$ 0,29 <sup>d</sup>	2,76 $\pm$ 0,32 <sup>d</sup>	3,10 $\pm$ 0,29 <sup>c</sup>	3,12 $\pm$ 0,22 <sup>c</sup>	4,87 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	4,06 $\pm$ 0,29 <sup>b</sup>
Resiliência	0,155 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	0,130 $\pm$ 0,006 <sup>b</sup>	0,103 $\pm$ 0,002 <sup>c</sup>	0,943 $\pm$ 0,002 <sup>d</sup>	0,094 $\pm$ 0,003 <sup>d</sup>	0,073 $\pm$ 0,002 <sup>e</sup>

Fonte: Dos autores, 2022.

Valores correspondentes a média aritmética de três repetições  $\pm$  desvio padrão. #Médias aritméticas de oito repetições. Médias com letras distintas na mesma linha apresentam diferença estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Scott-Knott. Legenda: C: Controle; F1: 10 % de farinha de sabugo de milho; F2: 20 % de farinha de sabugo de milho; F3: 30 % de farinha de sabugo de milho; F4: 40 % de farinha de sabugo de milho; F5: 50 % de farinha de sabugo de milho.

A adição de farinha de sabugo de milho não alterou de forma evidente a atividade de água e acidez total titulável dos muffins (Tabela 2). A atividade de água é uma medida da quantidade de água livre para reações químicas, bioquímicas e microbiológicas nos alimentos, sendo um indicativo da susceptibilidade à degradação e vida de prateleira. Os



valores encontrados estão em consonância com a faixa de 0,798 a 0,856 encontrada por Oliveira e colaboradores (11) em muffins com adição de linhaça e mucilagem de inhame. Na Tabela 3 estão representados os dados da composição centesimal dos muffins elaborados. Foi observado uma diminuição nos teores de amido e proteínas com o aumento da substituição da farinha de trigo por farinha de sabugo de milho, bem como o aumento no teor de fibras alimentares. Fatos esperados uma vez que a farinha de trigo é constituída por cerca de 70 a 75 % de amido e de 8 a 16 % de proteínas (12) e o sabugo de milho possui cerca de 95 % de fibras e 2,02 % de proteínas. Para os teores de umidade e lipídeos, embora estatisticamente significativos, não houve variação drástica.

Tabela 3 – Composição centesimal de muffins elaborados a partir da substituição parcial de farinha de trigo por farinha de bagaço de milho.

Análises	C	F1	F2	F3	F4	F5
Amido (%)	27,26±0,18 <sup>a</sup>	25,71±1,54 <sup>a</sup>	21,61±0,35 <sup>b</sup>	20,90±0,13 <sup>b</sup>	20,29±0,87 <sup>b</sup>	17,54±0,38 <sup>c</sup>
Proteínas (%)	7,45±0,10 <sup>a</sup>	6,96±0,07 <sup>b</sup>	6,36±0,05 <sup>c</sup>	6,18±0,09 <sup>d</sup>	6,07±0,08 <sup>d</sup>	5,37±0,08 <sup>e</sup>
Lipídeos (%)	17,57±0,20 <sup>a</sup>	17,51±0,22 <sup>a</sup>	17,03±0,22 <sup>b</sup>	17,09±0,23 <sup>b</sup>	17,34±0,26 <sup>a</sup>	16,71±0,21 <sup>b</sup>
Umidade (%)	21,75±0,06 <sup>a</sup>	21,97±0,23 <sup>a</sup>	20,25±0,07 <sup>c</sup>	21,14±0,13 <sup>b</sup>	21,33±0,11 <sup>b</sup>	21,75±0,14 <sup>a</sup>
Cinzas (%) <sup>ns</sup>	0,99±0,01	1,07±0,61	1,07±0,07	1,04±0,04	1,09±0,02	1,09±0,02
Açúcares (% em sacarose) <sup>ns</sup>	16,34±0,13	16,15±0,05	16,49±0,10	16,68±0,16	16,63±0,64	16,77±0,21
Fibras alimentares totais*	8,63	10,63	18,76	16,98	17,24	20,77
Fibra alimentar por porção de 60 g	5,18	6,37	11,25	10,18	10,34	12,46

Fonte: Dos autores, 2022.

Valores correspondentes a média aritmética de três repetições  $\pm$  desvio padrão. Médias com letras distintas na mesma linha apresentam diferença estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Scott-Knott. ns: dados não significativos ( $p > 0,05$ ); \*Fibras alimentares totais: calculada pela diferença dos demais componentes. Legenda: C: Controle; F1: 10 % de farinha de sabugo de milho; F2: 20 % de farinha de sabugo de milho; F3: 30 % de farinha de sabugo de milho; F4: 40 % de farinha de sabugo de milho; F5: 50 % de farinha de sabugo de milho.

Segundo a resolução nº 54 (13), os alimentos que possuem mais de 5 g de fibra por porção (60 g no caso dos bolos) são classificados como contendo alto conteúdo de fibra, sendo que todos os muffins elaborados encontram-se nessa classificação (Tabela 3). Tal fato é vantajoso para o consumidor, uma vez que alimentos ricos em fibras alimentares são importantes para o organismo pois, embora não forneçam nutrientes, a ausência da fração de polissacarídeos não digeríveis acarreta em prejuízos à saúde, pois as mesmas tem a capacidade de absorver líquidos e aumentar o bolo fecal, diminuir a absorção de glicose favorecendo a saciedade e diminuindo a velocidade do alimento no trato gastrointestinal, sendo indispensável para a saúde dos consumidores e auxiliando em algumas doenças





crônicas não degenerativas (14, 15). Assim, a farinha de sabugo de milho branco pode ser utilizada como fator enriquecedor em alimentos pois, além da contribuição para o possível benefício fisiológico, trata-se de uma fonte não convencional de ingredientes para a indústria de alimentos (16).

### **Conclusão**

A melhor formulação foi com substituição de 10 % da farinha de trigo por farinha de sabugo. Nesta formulação, embora houve uma pequena diminuição do volume específico, não foram observadas diferenças em relação à firmeza do miolo. Além disso, a formulação F10 apresentou um aumento de 5,37 % no teor de fibras alimentares quando comparada ao controle. O mercado tem tendência em apresentar produtos diferenciados nunca antes explorados e uma grande aceitação por parte dos consumidores, e isso faz da farinha de sabugo de milho uma matéria-prima que poderá alcançar grande valor comercial em pouco tempo. Sugere-se estudos sobre a existência de substâncias antinutricionais presente na farinha de sabugo de milho e a verificação da influência da sazonalidade nos parâmetros físico-químicos, microbiológicas, nutricionais e funcionais fisiológicos da farinha de sabugo de milho. Além disso, um estudo complementar, para avaliar o efeito de menores intervalos de substituição da farinha de trigo por farinha de sabugo, com a substituição de no máximo 20 %, podem favorecer o entendimento sobre o efeito da farinha de sabugo no produto. Por fim, como as fibras alimentares têm maior afinidade com a água, o uso de maiores teores de hidratação também pode resultar em melhores resultados tecnológicos.

### **Agradecimentos**

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia da UFVJM pelo suporte institucional. Ao projeto Milho Crioulo pelo apoio e doação do material. Ao CNPq pela bolsa de estudos de G.K.S. Nascimento (#135313/2021-0) e à Capes pela bolsa de estudos de I. Andressa.

### **Referências Bibliográficas**

1. MENEGALDO, J.G. **A importância do milho na vida das pessoas**. 2011. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/217861>. Acesso em:10/05/2022.
2. VIROLI, S.L.M. et al. Caracterização da farinha do sabugo de milho e sua utilização como alternativa para enriquecimento de produtos alimentícios. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e26111225783, 2022.





3. SOUZA, E.C. et al. Development of muffin with the incorporation of olive pomace flour, extra virgin olive oil and hydrolyzed soy protein. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e58511226012, 2022.
4. AACCI. American Association of Cereal Chemists International. **Approved Methods**. (11<sup>th</sup> ed.), AACCI, St. Paul, 2010.
5. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. (21<sup>th</sup> ed). AOAC, Gaithersburg, 2019.
6. SOUZA, A.R. **Redução de carboidratos digeríveis em bolo inglês**. 2019. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.
7. SILVA, J.D.R. et al. Production of sourdough and gluten-free bread with brown rice and carioca and cowpea beans flours: biochemical, nutritional and structural characteristics. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, e303101623992, 2021.
8. NEVES, N.A. et al. Estudo exploratório sobre a elaboração e avaliação de pães de forma com fermentação natural e adição de polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e956998036, 2020.
9. NEVES, N.A. et al. Utilização de fermentação natural e jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para melhoria das características de pães de forma. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e90691110552, 2020.
10. NEVES, N.A. et al. Produção e avaliação das características tecnológicas e sensoriais de pães obtidos a partir de fermentação natural e acréscimo de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.). **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, p. 39–48, 2021.
11. OLIVEIRA, L.M. de. et al. Influência da adição de linhaça e mucilagem de inhame nas características tecnológicas de bolo do tipo muffin para fenilcetonúricos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, e2791210607, 2020.
12. SCHEUER, P.M. et al. Trigo: Características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 2, p. 211–222, 2011.
13. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução – RDC nº 54**, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html)>.
14. SOUSA, V.B.B. et al. Constipação intestinal em crianças e a importância das fibras alimentares: Uma revisão da literatura. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 21, e561, 2019.
15. ANTUNES, H.H, et al. Microbiota-derived acetate protects against respiratory syncytial virus infection through a GPR43-type 1 interferon response. **Nature Communications**, v.10, 3273, 2019.
16. ARAÚJO, F.H.O. et al. Avaliação da aplicabilidade de farinha de sabugo de milho no enriquecimento de produtos alimentícios. **Nutrição Brasil**, v. 15, n. 1, p. 22–29, 2016.



## Prospecção da radiação por micro-ondas e da liofilização na elaboração e características tecnológicas e nutricionais da farinha de palma

**Luiz Eliel Pinheiro da Silva<sup>1\*</sup>; Sander Moreira Rodrigues<sup>2</sup>;  
Maria Gabriela Vernaza Leoro<sup>3</sup>; Nathália de Andrade Neves<sup>4</sup>; Marcio Schmiele<sup>5</sup>**

**Resumo:** A palma (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) é uma cactácea que apresenta alta perecibilidade em função do elevado teor de água (>80 %). Esta pesquisa teve como objetivo aplicar a técnica de secagem por radiação em micro-ondas (560, 630 e 700 W) e por liofilização para a obtenção de farinha de palma. A potência máxima aplicada na secagem por micro-ondas apresentou a maior taxa de secagem, e a farinha resultante não diferiu em relação as características tecnológicas de capacidade de absorção de água e óleo e o índice de solubilidade em água. Além disso, a desidratação da palma a 700 W resultou em menores perdas na cor instrumental das farinhas e com teor de compostos fenólicos totais solúveis similares em relação às potências mais brandas de secagem por micro-ondas e por processo de liofilização. Isto demonstra que a palma apresenta um potencial para produção de farinha, com possibilidade de aplicação na indústria de alimentos, principalmente na área de massas alimentícias e panificação.

**Palavras-chave:** Compostos fenólicos. Hidrocolóides. Inovação. Taxa de secagem.

### Introdução

As cactáceas são utilizadas na nutrição animal e humana, se adéquam facilmente em diversas áreas geográficas, mas são pouco exploradas no Brasil (1). O uso desse vegetal em alimentos pode gerar produtos inovadores que agreguem valor em relação às propriedades nutricionais, com atributos de saudabilidade, prazer e bem-estar (2), potencializando seu uso na indústria de alimentos. A procura por alimentos que possam apresentar benefícios à saúde, favorecem a incorporação de novos ingredientes na formulação dos alimentos, desde que minimizem as alterações das propriedades tecnológicas

---

1 Discente do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

2 Discente do Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

3<sup>3</sup> Técnica de Laboratório, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

4 Docente do “Colegio de Ciencias e Ingenierías, Universidad San Francisco de Quito”.

5 Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

\*E-mail para a correspondência: luiz.eliel@ufvjm.edu.br



e sensoriais dos produtos (3). No entanto, as propriedades físico-químicas das palmas variam com o estágio da maturação (4). Por isso, o uso de métodos para preservar as suas propriedades funcionais são primordiais. Dentre estes, a desidratação, que se baseia na remoção parcial da água livre, sendo um processo complexo e que pode acarretar em perdas das características dos produtos (5).

As farinhas usadas na panificação podem ser substituídas totalmente ou parcialmente por farinhas não comerciais, mas isto pode alterar as características do produto (6). Além do apelo funcional, tecnológico, fisiológico e nutricional, pode-se observar que o uso de matérias-primas não convencionais está em expansão e a “palma forrageira” pode integrar este nicho, além de favorecer o agronegócio e a agricultura familiar, um setor importante, sustentável e rentável, sendo o pilar da cadeia alimentar que interliga diversos setores (7). Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo elaborar farinhas de palma a partir da secagem em micro-ondas e por liofilização e caracterizá-las físico-química e tecnologicamente.

## **Material e Métodos**

### **Obtenção da matéria-prima**

As palmas foram coletadas na cidade de Berilo (MG) (altitude de 361 m, 16°57'06" S e 42°27'56" W). O projeto foi registrado sob número AF2C488 no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) do Ministério do Meio Ambiente da República Federativa do Brasil.

### **Composição centesimal da polpa de palma**

A composição centesimal da polpa de palma foi determinada em relação ao teor de umidade (934.01), proteínas (920.152; N=6,25), lipídeos (920.39), cinzas (942.05), açúcares redutores (982.14, expressos em glicose) e fibras alimentares (978.10) (8).

### **Elaboração da farinha por processo de secagem em micro-ondas e por liofilização**

Os cladódios das palmas foram higienizados com água potável para a eliminação de sujidades da superfície, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 min, lavadas em água potável e cortadas em cubos (~94x72x110 mm, altura x largura x comprimento, respectivamente).

### **Processo de secagem por radiação de micro-ondas**

Os ensaios de secagem foram realizados em forno micro-ondas NN-GT672WRUN (Panasonic, Manaus, BRA) nas potências de 560, 630 e 700 W por 10 min, com pesagem



das amostras a cada 30 s. Após a secagem, os cubos foram triturados em moinho de bolas TE-350 (Tecnal, Piracicaba, BRA) para a produção das farinhas, as quais foram armazenadas sob congelamento.

### **Processo de secagem pelo método de liofilização**

O processo de secagem foi realizado em liofilizador de bancada Alpha 2-4L Plus (Christ, Osterode am Harz, DEU). Os cubos foram congelados em freezer horizontal CHB 53 (Consul, Joinville, BRA) a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo posteriormente submetidos ao processo de desidratação a  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  e pressão de  $1,2 \cdot 10^4\text{ Pa}$  por 48 horas. Após o processo de secagem, os cubos foram triturados em moinho de bolas e armazenadas sob congelamento.

### **Propriedades funcionais tecnológicas da farinha da palma**

A capacidade de absorção de água (CAA) e o índice de solubilidade em água (ISA) foram avaliados conforme método descrito por Schmiele *et al.* (9). A capacidade de absorção de óleo (CAO) foi determinada conforme metodologia proposta por Benítez *et al.* (10). A análise de acidez total titulável foi determinada de acordo com o método 02-31.01 e os resultados expressos em ácido ascórbico e o pH foi quantificado de acordo com o método 02-52.01 da AACCI – American Association of Cereal Chemist International (11). A cor instrumental foi avaliada pelo sistema  $\text{CIEL}^*a^*b^*$ , com iluminante D65, ângulo de visão de  $10^{\circ}$  e calibração no modo RSIN (reflectância especular incluída) em espectrofotômetro Minolta CM-5 (Konica, Tokio, JAP). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### **Compostos fenólicos totais solúveis (CFTS) da polpa e farinha da palma**

O teor de CFTS foi determinado em duplicata de extração. Para a polpa foi utilizada 2,5 g de amostra e a solução extratora foi composta por uma solução binária de metanol: água (0,6: 0,4 v/v) (12). Para as farinhas foram utilizadas 1,0 g de amostra e a solução extratora foi composta por uma solução ternária de metanol: água: acetona (0,17: 0,50: 0,33 v/v) (13). As leituras foram realizadas com 4 repetições e os resultados expressos em mg de equivalente de ácido gálico por 100 g de amostra (bs).

### **Análise estatística**

Os dados foram avaliados por análise de variância ( $p < 0,05$ ) e, quando diferenças significativas foram detectadas, o teste de Tukey foi realizado para a comparação das médias.

## **Resultados e Discussão**



Analisando a composição centesimal da polpa da palma (Tabela 1), foi observado um alto teor de água, seguido pelos teores de fibras alimentares, cinzas e proteínas. Xavier *et al.* (14) observaram que a polpa *in natura* de cladódios de palma apresentou 92,66 % de umidade, 0,79 % de lipídios e 4,59 % de açúcares redutores (em glicose). O menor teor de água obtido nesse estudo pode estar relacionado ao grau de maturação dos cladódios, fenômeno no qual ocorre a concentração de maiores teores de fibras alimentares, minerais e proteínas e a redução dos níveis de açúcares redutores. O teor de proteína é um indicador de qualidade dos cladódios, podendo afetar a qualidade nutricional pelo tempo de maturação. O presente trabalho apresentou valores de 1,05 % para proteínas, valores aproximados aos dos cladódios apresentados na literatura, que em um dos locais de colheita, apresentou o valor de 1,06 %. Salientando que as condições físicas como disponibilidade de água, temperatura, fertilidade do solo, condições genéticas (espécie e variedade) e o fotoperíodo implicam na síntese de proteínas. Em relação às fibras alimentares, a polpa da palma apresentou 15,72 % (b.u), o que representa um teor de 80,08 % em base seca.

**Tabela 1** – Composição centesimal da polpa da palma em base úmida e seca.

Componente	Polpa da palma em base úmida (%)	Polpa da palma em base seca <sup>a</sup> (%)
Umidade	80,37 ± 0,23	-
Proteínas	1,05 ± 0,07	5,35
Lipídios	0,15 ± 0,02	0,76
Cinzas	2,48 ± 0,03	12,63
Açúcares redutores (% em glicose)	0,23 ± 0,02	1,17
Fibras alimentares	15,72 ± 0,24	80,08

<sup>a</sup>Valores obtidos por balanço de massa; <sup>b</sup>Desvio padrão por erro de propagação. Fonte: Dos autores, 2022.

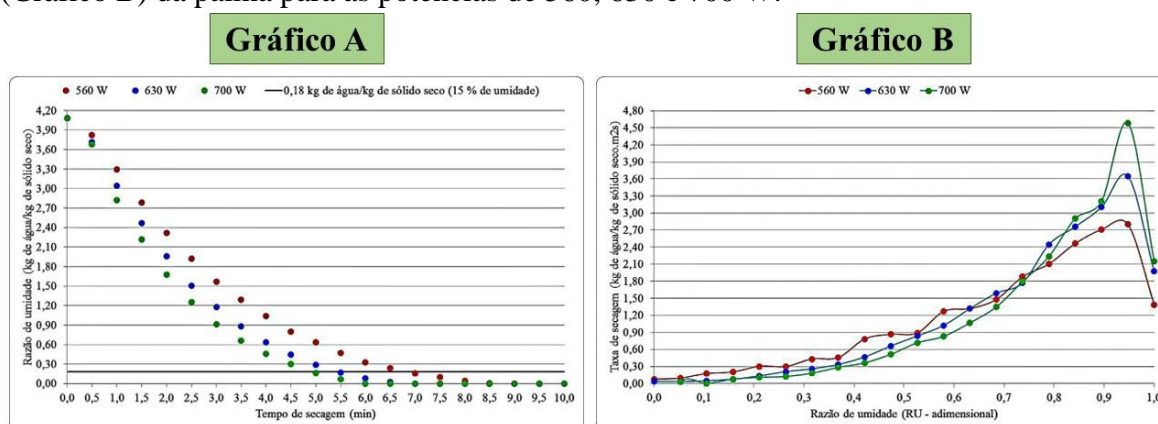
O consumo regular de fibras alimentares pode auxiliar diretamente no trânsito intestinal, melhorando o fluxo no intestino, o aumento no bolo fecal e na formação de géis no trato gastrointestinais capazes de diminuir a velocidade de absorção da glicose (15). Isto resulta em diversos efeitos importantes, contribuindo com a perda de massa corporal, favorecendo um aumento prolongado da saciedade, além de que o consumo destes polissacarídeos pode contribuir o sistema imunológico, auxiliando na prevenção de doenças crônicas não degenerativas.

A desidratação de vegetais com alto teor de água apresenta-se como uma técnica adequada para ampliar a aplicação em alimentos de diferentes matrizes e diminuir os



impactos da sazonalidade e da conservação. A cinética de secagem apresenta três períodos característicos, divididos em período em regime não permanente, período a taxa constante e período a taxa decrescente (16). A Figura 1 demonstra o gráfico A, com a razão de umidade em função de tempo de secagem da palma para as potências de 560W, 630W e 700W. Observou-se uma secagem inicial de regime não permanente, seguida da diminuição do teor de umidade continuamente em razão do tempo de secagem (período a taxa decrescente).

**Figura 1** - Razão de umidade em função do tempo de secagem (Gráfico A) e taxa de secagem (Gráfico B) da palma para as potências de 560, 630 e 700 W.



A linha horizontal preta no Gráfico A corresponde a quantidade máxima de água restante no produto para atingir a umidade máxima de 15 %. Fonte: Dos autores, 2022.

A ausência do período de secagem à taxa constante se deve pela alta evaporação da água livre, sendo que desta forma a transferência de calor e massa são compensadas. Para a potência de 700 W foram necessários 5 minutos para atingir a umidade máxima de 15 %. A secagem em 630 W atingiu a umidade máxima necessária com 5 minutos e 30 segundos de tratamento, enquanto a potência de 560 W necessitou um tempo de 7 minutos. A umidade máxima da farinha estipulada em 15 % ocorre em conformidade com o limite de umidade estipulado pela legislação brasileira para farinhas oriundas de vegetais, permitindo o armazenamento adequado das farinhas e garantindo inocuidade e segurança para a comercialização.

Analisando o gráfico B pode-se observar que, ao comparar taxa crítica de secagem a temperatura constante, quando aplicada a potência de 700 W, obteve-se uma desidratação máxima de 4,60 kg de água/kg de sólido seco.m<sup>2</sup>s, valor maior quando comparados as demais potências com 3,60 kg de água/kg de sólido seco.m<sup>2</sup>s para 630W e 2,80 kg de água/kg de sólido seco.m<sup>2</sup>s para 560W.





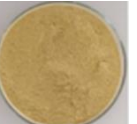

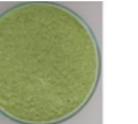
Sendo uma propriedade funcional importante devido à melhoria da textura, a CAA se refere a necessidade de água durante o processamento para uma hidratação adequada e favorece a suculência e retenção de sabor no produto final (17). A presença de fibras alimentares contribui fortemente para o aumento da CAA em função das ligações de hidrogênio formadas pelos grupos funcionais (OH) do biopolímero com a água. Desta forma, apresenta as propriedades hidrodinâmicas como a alta hidratação e a formação de gel, podendo possuir ainda características surfactantes (16).

A absorção/solubilidade de água dos ingredientes apresenta importante relação em produtos de panificação, onde está diretamente relacionada aos teores de proteínas insolúveis em água, mas com alta capacidade de hidratação por parte das fibras alimentares (19). Conforme observado na Tabela 2, as farinhas não apresentaram diferença significativa em relação à CAA, onde a farinha obtida por liofilização apresentou percentual de 6,99 e a farinha obtida em micro-ondas com a potência de 630 W apresentou um CAA de 5,58. No entanto, quando comparadas à pesquisa de Santana, Oliveira Filho e Egea (18), as farinhas mostraram-se superiores à faixa de farinhas de oleaginosas e leguminosas, como a farinha de soja, feijão e linhaça, as quais variavam entre 2 e 3 vezes de água absorvida. Em relação à ISA e CAO, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a farinha liofilizada com as demais farinhas obtidas por secagem em micro-ondas, no entanto, a diferença entre a potência da radiação não ionizante manteve as características de ISA e CAO. A farinha de palma liofilizada apresentou os melhores valores para os dois parâmetros, com resultados de 2,23 para CAO e 15,31 % para ISA. Estes dados são interessantes para a aplicação desta farinha em produtos de panificação, pois os menores dados de ISA resultam em baixa alteração na viscosidade da massa e os maiores valores de CAO favorecem as propriedades emulsificantes e surfactantes.

De acordo com os dados da cor instrumental (Tabela 2), o parâmetro  $L^*$  apresentou incremento com os processos de secagem, sendo superior com a técnica de liofilização, por sua vez, a polpa da palma apresentou uma luminosidade inferior (45,50) às encontradas nas farinhas. Além disso, a polpa apresentou tanto tonalidade esverdeada ( $a^* = -5,43$ ) quanto amarelada ( $b^* = 34,71$ ), como característica da presença das clorofilas  $a$  (anel pirólico polar) e  $b$  (anel pirólico apolar) estabilizadas pelo  $Mg^{+2}$  e dos carotenoides, respectivamente. Em relação às farinhas, a secagem em micro-ondas resultou na diminuição das intensidades de

cores amarela e verde. Por outro lado, a farinha liofilizada resultou em uma farinha verde clara com valores de  $a^* = -5,12$  e tonalidade amarela menos intensa ( $b^* = 28,12$ ).

**Tabela 2** – Caracterização físico-química da polpa e da farinha de palma obtida por processo de secagem em micro-ondas e liofilização.

Parâmetro	Polpa de palma	Farinhas obtidas por secagem em micro-ondas com potência de			Farinha da palma liofilizada
		560 W	630 W	700 W	
CAA	-	5,71±0,20 <sup>ns</sup>	5,58±0,17 <sup>ns</sup>	5,84±0,19 <sup>ns</sup>	6,99±0,01 <sup>ns</sup>
ISA	-	22,39±0,62 <sup>a</sup>	22,85±0,21 <sup>a</sup>	23,48±0,44 <sup>a</sup>	15,31±2,10 <sup>b</sup>
CAO	-	1,91±0,03 <sup>b</sup>	1,86±0,05 <sup>b</sup>	1,94±0,01 <sup>b</sup>	2,23±0,01 <sup>a</sup>
ATT	4,94±0,19 <sup>b</sup>	5,47±0,02 <sup>c</sup>	4,64±0,06 <sup>b</sup>	4,85±0,21 <sup>b</sup>	7,61±0,05 <sup>a</sup>
pH	4,49±0,01 <sup>d</sup>	4,59±<0,01 <sup>c</sup>	4,68±<0,01 <sup>a</sup>	4,64±0,02 <sup>b</sup>	4,44±0,01 <sup>e</sup>
$L^*$	45,50±0,06 <sup>e</sup>	65,55±<0,01 <sup>d</sup>	66,23±<0,01 <sup>c</sup>	66,63±0,04 <sup>b</sup>	72,82±0,04 <sup>a</sup>
$a^*$	-5,43±<0,01 <sup>e</sup>	1,93±0,02 <sup>a</sup>	1,79±0,02 <sup>b</sup>	1,51±0,01 <sup>c</sup>	-5,12±0,01 <sup>d</sup>
$b^*$	34,71±0,04 <sup>a</sup>	32,00±0,03 <sup>c</sup>	32,95±0,02 <sup>b</sup>	32,49±<0,01 <sup>b</sup>	28,12±0,03 <sup>d</sup>
CFTS	553,91±10,59 <sup>a</sup>	320,54±5,91 <sup>b</sup>	328,97±4,92 <sup>b</sup>	327,22±6,88 <sup>b</sup>	323,58±7,16 <sup>b</sup>
Aparência visual					

CAA: Capacidade de absorção de água; IAA: Índice de solubilidade em água (%); CAO: Capacidade de absorção de óleo (%); ATT: Acidez total titulável (% em ácido ascórbico); CFTS: Compostos fenólicos totais solúveis (mg EAG /100 g).  
Fonte: Dos autores, 2022.

O efeito do aquecimento das amostras em micro-ondas para a secagem da palma em sinergia com os ácidos naturalmente presentes no vegetal resultou na perda da ligação do anel pirólico com o Mg, transformando a clorofila em feofitina (verde-castanho). A degradação da clorofila pode ter sido intensificada pelo sistema de aquecimento da radiação em micro-ondas, em consequência da oscilação das moléculas. Além disso, a vibração resultou na degradação dos carotenoides, sendo este o motivo pela diminuição dos valores de  $b^*$ . No caso da farinha obtida por processo de liofilização, a baixa temperatura empregada nesta operação unitária favoreceu a manutenção e estabilidade dos pigmentos. Dick *et al.* (5) avaliaram a caracterização da farinha de cladódio de *O. monacantha seca em estufa e obtiveram resultados similares, com valores de  $L^* = 68,83$ ,  $a^* = -6,43$  e  $b^* = 23,74$ .*

Analisando a ATT das farinhas, houve um aumento na concentração dos ácidos quando a farinha foi obtida pelo processo de liofilização em função das baixas temperaturas empregadas e na concentração dos componentes sólidos da amostra. No entanto, não foi observada diferença entre a ATT da polpa da palma com as farinhas obtidas pelo processo de secagem em micro-ondas, exceto para a amostra desidratada na potência de 560 W, a qual foi ligeiramente inferior. Em relação ao pH, todas as amostras apresentaram diferença



significativa e o comportamento foi inverso à ATT, onde a farinha de palma obtida por liofilização apresentou o menor pH (4,44). Estes resultados corroboram com o estudo de Xavier *et al.* (14), onde os mesmos encontraram valores entre 4,35 e 4,70 para farinhas de palma obtidas por processo de desidratação em estufa. Um dos fatores determinantes na estabilidade das farinhas durante o armazenamento é o caráter ácido, evitando o crescimento microbiano e a atividade enzimática, com um ambiente desfavorável.

Em relação aos resultados de CFTS, foi notório que a polpa da palma obteve um valor maior quando comparada às farinhas, resultando em 553,91 (mg EAG/100 g). Salienta-se que não houve diferença significativa no teor de CPTS entre as farinhas, com valores que variaram entre 320,54 (560 W) e 328,97 (630 W) mg EAG/100 g. No caso da farinha obtida por processo de liofilização, a diminuição dos CFTS pode ser atribuída à exposição à luz em que a amostra foi submetida. No entanto, para o processo de secagem em micro-ondas, embora tenha havido o efeito do tratamento térmico sobre os compostos fenólicos, estes estão geralmente esterificados na matriz alimentícia e a vibração das moléculas durante o processo de secagem pode ter favorecido a liberação dos compostos fenólicos, contornando o efeito do tratamento térmico sobre estes compostos fitoquímicos termosensíveis. Alves, Costant e Teles (19) encontraram valores de 40,24 (mg EAG /100 g) para palma *in natura* e 4,86 (mg EAG /100 g) para a farinha produzida em estufa, sendo que nossos resultados foram expressivamente maiores.

## **Conclusão**

A palma é um vegetal com alto teor de água e níveis de fibras alimentares e consideráveis teores de minerais e proteínas. Em relação à cinética de secagem por micro-ondas, a potência de 700 W apresenta a maior taxa de secagem. Os processos de secagem não apresentam influência sobre a CAA das farinhas, e a liofilização apresenta os melhores resultados para ISA (baixos valores) e CAO (altos valores). Em relação à coloração, as farinhas apresentam-se mais claras que a polpa da palma, mas com degradação térmica e pela luz, reduzindo a tonalidade esverdeada e amarelada simultaneamente. Em contrapartida, a secagem por micro-ondas apresenta melhor potencial em relação aos CFTS, pois não apresenta diferença com o processo de liofilização, mesmo sendo uma operação unitária com maior aquecimento da amostra, além de ser economicamente mais acessível e com tempo curto de processamento.





## Agradecimentos

Os autores agradecem à UFVJM pela bolsa de estudos de L. E. P. Silva (cota institucional), à CAPES pelo apoio financeiro (#001), ao CNPq pelo suporte financeiro (#421777/2021-4) e à FAPEMIG pela bolsa de estudos de S. M. Rodrigues (#6832021).

## Referências Bibliográficas

1. ARAÚJO, F. F. *et al.* Underutilized plants of the Cactaceae family: Nutritional aspects and technological applications. **Food Chemistry**, v. 362, p. 130196, 2021.
2. ALBUQUERQUE, J. G. *et al.* Ultrasound treatment for improving the bioactive compounds and quality properties of a Brazilian nopal (*Opuntia ficus-indica*) beverage during shelf-life. **LWT – Food Science and Technology**, v. 149, p. 111814, 2021.
3. SILVA, J. D. R. *et al.* Production of sourdough and gluten-free bread with brown rice and carioca and cowpea beans flours: biochemical, nutritional and structural characteristics. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e303101623992, 2021.
4. DI BELLA, G. *et al.* Chemical characterization of Sicilian dried nopal [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.]. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 106, p. 104307, 2022.
5. DICK, M. *et al.* Mucilage and cladode flour from cactus (*Opuntia monacantha*) as alternative ingredients in gluten-free crackers. **Food Chemistry**, v. 314, p. 126178, 2020.
6. SZYDŁOWSKA-TUTAJ, M.; ZŁOTEK, U.; COMBRZYŃSKI, M. Influence of addition of mushroom powder to semolina on proximate composition, physicochemical properties and some safety parameters of material for pasta production. **LWT – Food Science and Technology**, v. 151, p. 112235, 2021.
7. SILVA, L. E. P. *et al.* Farinha de palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) liofilizada aplicada em massas alimentícias tipo talharim. In: I Simpósio Online Sulamericano de Tecnologia, Engenharia e Ciência de Alimentos, 2022, Diamantina. **Anais do I Simpósio Online Sulamericano de Tecnologia, Engenharia e Ciência de Alimentos**, Recife, Even, 2022.





8. AOAC. Association of Official Analysis Chemists International. **Approved methods**. 21<sup>st</sup> ed. Gaithersburg: AOAC, 2019.
9. SCHMIELE, M. *et al.* Massa alimentícia sem glúten com elevado teor proteico obtida por processo convencional. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5, p. 908-914, 2013.
10. BENÍTEZ, V. *et al.* Impact of germination on starch, dietary fiber and physicochemical properties in non-conventional legumes. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 64-69, 2013.
11. AACCI. American Association of Cereal Chemists International. **Approved methods**. 11<sup>st</sup> ed. St. Paul, AACCI, 2010.
12. CÁCERES, P. *et al.* Maximising the phytochemical content and antioxidant activity of Ecuadorian brown rice sprouts through optimal germination conditions. **Food Chemistry**, v. 152, n. 1, p. 407-414, 2014.
13. SILVA, L. E. P. *et al.* Water, methanol and acetone as solvents for optimized extraction of phenolic compounds using a simplex centroid mixture design. In: III Congresso Internacional da Agroindústria, Recife, 2022. **Anais do III Congresso Internacional da Agroindústria**, Recife, CIAGRO, 2022.
14. XAVIER, I. R. *et al.* Stability study of palm flour (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) stored in aluminum sachets. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 11, p. 104692-104717, 2021.
15. PONTES, E. D. S. *et al.* Os benefícios do consumo de fibras alimentares. **International Journal of Nutrology**, v. 11, n. S 01, p. 598, 2018.
16. SANTOS, J. L. *et al.* Development of cereal bar using dehydrated brassage pomace and incorporation of hydrolyzed soy protein and gelatin. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e8811225572, 2022.
17. EL SOHAIMY, S. A. *et al.* Compositional analysis and functional characteristics of quinoa flour. **Annual Research & Review in Biology**, v. 22, n. 1, p. 1-11, 2018.
18. SANTANA, G. S.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; EGEEA, M. B. Características tecnológicas de farinhas comerciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 88-95, 2017.
19. ALVES, S. A; CONSTANT, P. B. L.; TELES, A. R. S. Avaliação físico-química e sensorial de pão de forma elaborado com farinha de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e14101119433, 2021.



## **Quantificação de antocianinas monoméricas totais e resveratrol no vinho tinto *Syrah* (*vitis vinífera L.*) produzido na Vinícola Campo Alegre-Diamantina-MG**

**Maria Lúcia Reis da Silva<sup>1\*</sup>; Ana Luíza Mendes de Castro<sup>1</sup>; Nathália de Andrade Neves<sup>1</sup>; Fernando Mendes de Oliveira<sup>2</sup>; Natália Neto Pereira Cerize<sup>2</sup>; Valker Araújo Feitosa<sup>2</sup>; Joyce Maria Gomes da Costa<sup>1</sup>**

**Resumo:** A *Syrah* é uma cultivar *Vitis vinífera* adaptável a clima quente, e produz vinhos complexos com coloração de rubi, encorpados, alcoólicos com aromas inigualáveis por apresentar características de sabores de especiarias considerada como uma das castas melhores do mundo. Desde 2011, o plantio de uvas vitiviníferas na cidade de Diamantina tem se mostrado promissor e apresenta grande potencial na produção de vinhos finos, especialmente da variedade de uva *Syrah*. O objetivo deste trabalho foi quantificar as antocianinas totais e o resveratrol presentes no vinho tinto da uva *Syrah* produzido na Vinícola Campo Alegre na cidade de Diamantina. As antocianinas totais foram determinadas através de pH diferencial e o resveratrol foi quantificado através da cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). As antocianinas resultaram em 33,73 mg/L e o resveratrol obtido foi de 0,90 mg/L esses resultados apresentaram discrepâncias com as pesquisas recentes.

**Palavras-chave:** Antioxidantes; compostos fenólicos; bebida fermentada.

### **Introdução**

O vinho é uma bebida obtida por meio de fermentação alcoólica a partir da maceração das uvas para obtenção do mosto por intermédio de reações biológicas, e nelas possuem compostos fenólicos, como os flavonoides (antocianinas e flavonóis), estilbenos (resveratrol), ácidos fenólicos dentre outros. Vale ressaltar que, na enologia os compostos fenólicos são de suma importância para a qualidade dos vinhos, sendo responsáveis pela cor, corpo e adstringência. Também fornecem parâmetros que distinguem as uvas, entre vinhos tintos e brancos, essa característica se dá pela presença ou não de antocianinas, que são pigmentos responsáveis pela coloração das flores e frutos, sendo considerados, portanto, compostos essenciais característicos e presentes nos vinhos (1).

A quantidade de compostos fenólicos de um vinho depende de diversos fatores que incluem; aspectos vitícolas com influência tanto no desenvolvimento como no amadurecimento da uva, na variedade da uva, composição química da colheita; e, também, nas práticas de vinificação durante a fermentação e envelhecimento do produto (2).

---

<sup>1\*</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT)

<sup>2</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)  
e-Mail para a correspondência: lucia.reis@ufvjm.edu.br



Os compostos fenólicos do vinho atuam como substâncias antioxidantes; tanto no sistema aquoso quanto no sistema lipofílico. Pesquisas revelam que os compostos fenólicos do vinho são capazes de inibir a oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL) (3).

O resveratrol é um importante polifenol encontrado principalmente, na casca e nas sementes das uvas vermelhas ou pretas, o que explica a maior quantidade encontrada nos tintos e, minoritariamente, nos vinhos brancos e rosados. Estudos mostram que o composto é um dos principais responsáveis pela promoção da saúde e a concentração variada se dá por vários fatores que incluem a cultivar da uva, origem geográfica e as práticas enológicas empregadas na fabricação da bebida. O resveratrol é, sobretudo, considerado anti-inflamatório e bloqueador de processos neoplásicos, atua como antioxidante, cardioprotetor dentre outros fatores positivos (4).

De acordo com Kato *et al.* (2012), as antocianinas estão presentes nas folhas das videiras, e que elas conferem a cor das cascas das uvas tintas e nas polpas de algumas variedades de uvas. As antocianinas são representantes principais dos compostos fenólicos, e são pertencentes ao grupo de flavonóides. Além disso, conferem a coloração dos frutos, previnem a autooxidação e peroxidação de lipídeos em sistemas biológicos (5).

Assim, a relevância da investigação química quantitativa fenólica presente no vinho, permite obter parâmetros de identidade e qualidade da bebida, favorecendo a padronização aos produtores de vinhos finos da região dos Vales do Jequitinhonha.

O objetivo deste trabalho foi quantificar as antocianinas monoméricas totais e o resveratrol presentes no vinho tinto fino da variedade de uva *Syrah* produzido na Vinícola Campo Alegre na cidade de Diamantina, Minas Gerais, através de análises químicas quantitativas.

## **Material e Métodos**

### **Material**

Vinho tinto da cultivar *Syrah* foi cedido pela Vinícola Campo Alegre situada na cidade de Diamantina, Minas Gerais.

### **Métodos**

O estudo foi realizado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), e no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - (IPT).



### **Análise de antocianinas totais**

As antocianinas foram quantificadas nas amostras de vinho tinto por meio da metodologia de pH diferencial (6). Foram coletadas duas alíquotas de 0,5 mL de cada amostra, e transferido para os balões volumétricos de 10 mL. O primeiro balão foi completado com acetato de sódio (pH 4,5), e o segundo balão completado com cloreto de potássio (pH 1,0). Logo após, foram realizadas as leituras das amostras no espectrofotômetro (Bel Photonics UV-M51) conforme a metodologia a seguir: o espectrofotômetro foi zerado com acetato de sódio, foi realizada a leitura das amostras nos respectivos comprimentos de onda de 520 nm e 700 nm. Posteriormente, o espectrofotômetro foi zerado novamente com cloreto de potássio, e feita a leitura das amostras. Os resultados foram obtidos para as absorvâncias entre 0,2 a 1,4. A concentração de antocianinas totais foi obtida através da Equação 1:

$$\text{concentração de antocianinas} = \frac{A \times 449,2 \text{ g.mol}^{-1} \times \text{diluição} \times 10^3}{26900} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$$A = (\text{Absorbância}_{520\text{nm}} - \text{Abs}_{700\text{nm}})_{\text{cloreto de potássio}} - (\text{Abs}_{520\text{nm}} - \text{Abs}_{700\text{nm}})_{\text{Acetato de sódio}}$$

### **Quantificação do resveratrol no vinho tinto**

O resveratrol foi quantificado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), (Dionex, Ultimate 3000), com modificações (7), e a amostra de vinho foi filtrada em filtro seringa 45µm (Minisart RC). O sistema possuía uma bomba quaternária, um detector fluorométrico RF-2000 e um injetor automático. A coluna analítica utilizada foi Shim-Pack-GIST-5µm C18 (4,6 x 250 mm), Shimadzu, a temperatura do forno mantida em 35°C, e o volume de injeção de 20 µL. A eluição da amostra foi feita com gradiente de duas fases, a um fluxo de 1mL/min. Sendo a fase A composta por 25% de acetonitrila, 75% de água (ácido fosfórico, pH 3,0), e a fase B composta por 100% de água (ácido fosfórico, pH 3,0). O gradiente manteve, inicialmente por 10 minutos em 50% A e 50% B, chegando a 100% no tempo de 11 de minutos e se mantendo assim por mais 15 minutos, em 30 minutos retorna a 50% A e 50% B, e manteve por 5 minutos até atingir o equilíbrio. A curva de calibração foi preparada com padrão analítico (Sigma ≥99%, HPLC), em acetona PA (grau HPLC) e variou de 0,034 a 17 mg/L, os cromatogramas das injeções das amostras de vinho e da taxa de recuperação (99,48%) de 3,0 mg de padrão de resveratrol adicionados a amostra de vinho foram analisados pelo software do equipamento (Chromeleon 6.8) (8).



## Resultados e Discussão

Os resultados obtidos neste estudo de antocianinas e resveratrol presentes no vinho tinto da variedade de uva *Syrah* foram de, respectivamente, 33mg/L e 0,90 mg/L.

Alves *et al.*, (2022), estudaram sobre a tipicidade química de vinhos tintos tropicais do submédio Vale do São Francisco, e encontraram valores para as variedades de uvas *Tannat* e *Syrah* de 84,07 mg L<sup>-1</sup> e 20,80 mg L<sup>-1</sup> de antocianinas (9), em comparação ao valor encontrado de antocianinas obtido neste estudo foi de 33,73 mg/L que diferiu dos valores encontrados pelos autores. Naquele mesmo estudo, os autores encontraram valores de antocianinas monoméricas totais quantificadas na variedade de uvas *Tannat* e *Syrah* respectivamente iguais a 151,54 mg/L e 69,08 mg/L, pelo mesmo método de espectrofotometria.

A discrepância dos valores de antocianinas pode ser justificada pela presença, em maior quantidade, de antocianinas presentes na variedade de uva *Tannat* do que para *Syrah* (10).

Outros estudos que avaliaram vinhos tintos uruguaios, observou-se que a variedade de uva *Tannat* apresentou valores de antocianinas monoméricas totais mais elevadas para a cultivar *Tannat* (1.583 mg/L) do que para *Syrah* (1.175 mg/L) (10).

Por outro lado, no presente estudo foi obtido valores consideravelmente superiores de antocianinas comparado ao de Lucena *et al.*, (2010); aqueles autores, investigaram 8 vinhos tintos do Vale do São Francisco, e encontraram resultados que variaram entre 5,1 a 20,7 mg/L de antocianinas, isso inferiu que a concentração de antocianinas monoméricas totais encontrada pelos autores está de acordo com os valores relatados na literatura para vinhos tintos (11).

Há relatos consideráveis que a produção de antocianinas está correlacionada com os níveis de luz e temperatura (12;13). Nos estudos sobre castas *Touriga Nacional* e *Touriga Francesa*, oriundas de duas vinhas em altitudes diferentes, cultivadas durante três anos consecutivos no Vale do Douro, os autores observaram que as altitudes mais altas aumentavam os níveis de antocianinas nas uvas e vinhos (14).

De Oliveira *et al.*, (2019), estudaram sobre os efeitos do clima na composição física e química de uvas *Syrah* em locais de baixa e alta altitude de regiões tropicais cultivadas no





Brasil, e os autores constataram que a altitude influencia na quantidade de compostos fenólicos das uvas e vinhos (15).

Deste modo, as altas concentrações de antocianinas monoméricas totais encontradas em uvas da região da Bahia de 1.100 m de altitude podem estar relacionadas às temperaturas máximas durante o ciclo produtivo (15), em comparação com a cidade de Diamantina-MG de 1.296 m de altitude, observou-se que as características edafoclimáticas da região favorece condições especiais durante o ciclo produtivo de uvas, isso favorece o aumento de antocianinas e evitando assim sua degradação.

A concentração de resveratrol encontrada nas uvas coletadas no estado da Bahia com altitude de 1.100 m variou de 4,11 mg a 4,72 mg; e uvas coletadas em Pernambuco de altitude de 350 m variou de 5,71 mg a 8,17 mg; o resultado obtido da concentração de resveratrol no presente estudo foi de 0,90 mg/L, sendo considerado inferior ao reportado pelos autores (15).

O trans-resveratrol encontrado no estudo sobre atividade antioxidante e teor de fenólicos de vinhos brasileiros selecionados, variou de 0,04 a 1,26 mg/L e os níveis cis-resveratrol apresentou valor entre 0,72-5,49 mg/L, média de 2,7 mg/L; isso significa que o resveratrol encontrado nesta pesquisa (0,90 mg/L) está acima dos resultados reportados pelos autores (11).

No estudo sobre a relação limitada entre temporalidade da percepção sensorial e composição fenólica de vinhos das cultivares *Tempranillo*, *Malbec*, *Sangiovese*, *Cabernet Franc* e *Petit Verdot* foi obtido o valor de resveratrol glicosídeo entre 1,0 e 0,7 mg/L (16).

Daniela e Magda (2019), determinaram os teores de resveratrol nos vinhos tintos de cinco cultivares da parte ocidental da Romênia, e encontraram valores para *Burgund mare* (7,9924 mg/L), *Cadarcă* (5,8791), *Fetească neagră* (8,1427 mg/L), *Novac* (6,3423) e *Syrah* (6,9945 mg/L) (17), sendo valores consideravelmente superiores ao obtido na presente pesquisa.

## **Conclusão**

Os resultados encontrados neste estudo mostraram que os teores de antocianinas monoméricas totais e de resveratrol podem variar de acordo com condições climáticas de cada região de cultivo, altitude, solo, e entre outros fatores. As antocianinas totais e



resveratrol são antioxidantes, sendo os polifenóis responsáveis ao equilíbrio do vinho tinto e agrega valor nutricional ao produto.

### **Referências Bibliográficas**

1. MARTINS, Pâmela Padovani; NICOLETTI, Maria Aparecida. Polifenóis no vinho: resveratrol e seus benefícios. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 28, n. 4, p. 216-225, 2016.
2. GARRIDO, Jorge; BORGES, Fernanda. Wine and grape polyphenols—A chemical perspective. **Food research international**, v. 54, n. 2, p. 1844-1858, 2013.
3. CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Revista Colombiana de Ciências Químicas e Farmacêuticas**, Viçosa, Mg, v. 01, n. 40, p.116-138, 30 maio 2011.
4. ALBERTONI, Guilherme; SCHOR, Nestor. Resveratrol desempenha importante papel no mecanismo de proteção na doença renal-mini-revisão. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 37, p. 106-114, 2015.
5. KATO, C. G; TONHI, C. D.; CLEMENTE, E. ANTOCIANINAS DE UVAS (*Vitis vinífera* L.) PRODUZIDAS EM SISTEMA CONVENCIONAL. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [s.l.], v. 6, n. 2, p.809-821, 6 nov. 2012.
6. HOROWITZ, W. (Ed.). **Official Methods o Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 1997. 1298 p.
7. Gurbus et al, Determination of flavan-3-ols and trans-resveratrol in grapes and wine using HPLC with fluorescence detection, **Food Chemistry**, 2007.
8. Sautter et al, Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil, **Cienc. Tecnol. Alimentos**, Campinas, 2005.
9. ALVES, Carlos Artur Nascimento et al. Chemical typicity of tropical tannat red wines from sub-middle São Francisco Valley, Brazil. **Journal of Food Science and Technology**, p. 1-13, 2022.
10. GONZÁLEZ-NEVES, Gustavo et al. Anthocyanin profile of young red wines of Tannat, Syrah and Merlot made using maceration enzymes and cold soak. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 1, p. 260-267, 2016.



11. LUCENA, A. P. S. et al. Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 1, p. 30-36, 2010.
12. KLIEWER, W. Mark. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, n. 2, p. 96-103, 1977.
13. SPAYD, Sara E. et al. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **American journal of enology and viticulture**, v. 53, n. 3, p. 171-182, 2002.
14. MATEUS, Nuno et al. Identification of anthocyanin-flavanol pigments in red wines by NMR and mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 7, p. 2110-2116, 2002.
15. DE OLIVEIRA, Juliane Barreto et al. Climate effects on physicochemical composition of Syrah grapes at low and high altitude sites from tropical grown regions of Brazil. **Food Research International**, v. 121, p. 870-879, 2019.
16. MEDEL-MARABOLÍ, Marcela et al. Limited relationship between temporality of sensory perception and phenolic composition of red wines. **LWT**, v. 142, p. 111028, 2021.
17. DANIELA, ȘANDRU; MAGDA, PANAITESCU. IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN RED WINES. **Management of Sustainable Development**, v. 11, n. 2, 2019.



## **Biscoito doce elaborado com farinha de beterraba: características ideais de embalagem para sua comercialização**

**Maria Izabel de Jesus Viana<sup>1</sup>; Tatiane Pereira da Silva<sup>2</sup>; Lilian Karoline Souza Fernandes<sup>2</sup>; Karolina Soares da Silva<sup>2</sup>; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira<sup>3</sup>; Juliana Pinto de Lima<sup>4</sup>; Claudia Regina Vieira<sup>\*4</sup>**

**Resumo:** Uma das influências na decisão de compra de um produto são os atributos contidos na sua embalagem, portanto o design e a análise sensorial da mesma sempre devem ser levados em consideração. Objetivou-se analisar as características ideais para a elaboração de uma embalagem comercial para biscoito doce produzido com farinha de beterraba. Primeiramente foi definido que o fator variável entre as embalagens seriam somente as cores, sendo as escolhidas: amarelo, verde e laranja, já as frases informativas, imagens e nome de marca foram exibidas de forma análoga em todas. Os programas utilizados pelos autores na elaboração das embalagens foram Microsoft Office PowerPoint®, Adobe Dimension® e Adobe Illustrator®. Em seguida, os questionários de preferência foram preparados e aplicados nos formulários do Google, os mesmos foram distribuídos aleatoriamente através de e-mail e redes sociais. Todas as etapas tiveram aval do comitê de Ética em Pesquisa. A embalagem de cor laranja foi a mais escolhida pelos participantes que responderam ao teste de preferência. Por isso, ela foi submetida ao teste de aceitabilidade, por meio da aplicação de um segundo questionário aos participantes do estudo. A embalagem desenvolvida para biscoito doce elaborado com farinha de beterraba demonstrou ter características agradáveis ao consumidor, já que na grande maioria dos aspectos analisados obteve aceitabilidade com valor maior que 80%. Ainda que tenha apresentado bons resultados, deve-se levar em consideração os comentários sobre as cores, a infantilização da imagem da beterraba utilizada na embalagem, e os resultados e comentários para o quesito “nome da marca”, podendo futuramente ser desenvolvido um novo estudo para esses aspectos.

**Palavras-chave:** Análise sensorial. *Beta vulgaris*, L. Teste de Preferência.

### **Introdução**

O produto obtido através da mistura de farinhas(s), amidos(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes são nomeados de biscoitos ou bolachas. Durante a preparação, esse produto é submetido a processos de amassamento e cocção, podendo ser fermentados ou não. Eles podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (1). Trata-se de um alimento com boa aceitação

---

1 Graduada em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

2 Acadêmicas do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

3 Técnico de Laboratório, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

4 Docentes do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

\* E-mail para a correspondência: crvieira@ica.ufmg.br.



sensorial e comercial, que apresentam um *shelf life* (vida de prateleira) relativamente longo, e são muito apreciados por crianças e adultos (2) (3).

Deste modo, a indústria vem buscando alternativas para a substituição total ou parcial da farinha de trigo nesses alimentos por farinhas alternativas, com o objetivo de proporcionar ao consumidor produtos inovadores e que agreguem nutricionalmente aos já existentes no mercado, como pães, bolos, biscoitos e panetones, utilizando-se de diversos tipos de farinhas, até mesmo farinhas integrais (4).

A farinha de beterraba, nesse sentido, passou a ser bastante utilizada em novas formulações, devido à sua tecnologia simples de produção. Constituindo-se como uma alternativa, principalmente para os pequenos produtores, favorecendo os novos mercados, relacionados a indústria de panificação e de sopas (5). Além disso, quando comparada com a farinha de trigo, a farinha de beterraba possui maiores valores de proteínas, lipídeos e fibras (6).

Notou-se na literatura que o biscoito doce elaborado com farinha de beterraba (15% e 30% em relação a farinha de trigo), obteve o aumento significativo nos teores de proteína, lipídeos e cinzas conforme a farinha de beterraba era adicionada. Em relação à análise sensorial, as formulações produzidas tiveram um índice de aceitação superior a 80% demonstrando potencial para que os produtos fossem comercializados (7).

Durante vários anos, o comportamento do consumidor foi investigado, basicamente, por meio de estudos sobre aceitação sensorial ou preferência do produto (8). Mais recentemente, verificou-se a importância de observar os critérios adotados pelos consumidores para escolher, comprar e consumir determinado produto. É nesse contexto que o estudo da embalagem do alimento se faz de extrema importância, uma vez que ela representa o primeiro contato do consumidor com o produto ou o alimento, sendo objeto primordial para a definição da escolha e da compra (9).

Portanto, objetivou-se analisar as características ideais para a elaboração de uma embalagem comercial para biscoitos doces produzidos com farinha de beterraba.

## **Material e Métodos**

Esta pesquisa foi dividida em duas etapas: teste de preferência entre três tipos diferentes de embalagens e teste de aceitação da embalagem escolhida. Para realização de ambas etapas da pesquisa, os participantes concordaram com o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE),



segundo o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG sob o número CAAE: 97454718.1.0000.5149.

Primeiro, foi definido que o fator variável entre as embalagens seriam somente as cores. Conforme apontam Battistella, Colombo e Abreu, as cores exercem papel fundamental na comunicação visual, estimulando, direcionando o produto a um público específico e devem ainda estar de acordo com as condições mercadológicas do produto anunciado (10).

Desta forma, as autoras, após analisar produtos similares existentes no mercado, optaram por utilizar as seguintes cores: amarelo, verde e laranja. As frases informativas, imagens e nome da marca foram exibidas de forma análoga em todas as embalagens. Em seguida desenvolveu-se o layout da embalagem (Figura 1) no Microsoft Office PowerPoint® sendo posteriormente modificadas para o formato de imagens utilizando o Adobe Dimension® e Adobe Illustrator® (Figura 2).

Figura 1 - Imagem ilustrativa do layout utilizado para embalagem de biscoito doce elaborado com farinha de beterraba.



Fonte: Das autoras, 2022.

Nota: Layout utilizado para a parte da frente e do verso da embalagem

Figura 2 - Imagens ilustrativas dos três modelos desenvolvidos para a embalagem de biscoito doce elaborado com farinha de beterraba



(Amarelo)

(Verde)

(Laranja)

Fonte: Das autoras, 2022

Nota: Layout utilizado para a parte da frente e do verso da embalagem



O teste de preferência (ordenação) foi realizado a partir das três embalagens de cores diferentes (amarela, verde e laranja), cada consumidor recebeu um questionário, avaliou as amostras simultaneamente, e identificou a ordem de sua preferência (método 164/IV). As embalagens foram codificadas e apresentadas de forma a eliminar o efeito da ordem de apresentação.

Assim foram desenvolvidos seis formulários, onde a diferença entre eles era a sequência de apresentação das embalagens. Foram recolhidos os dados socioeconômicos, sobre o hábito de consumo de beterraba e qual embalagem os participantes preferiam. Os questionários foram aplicados no período de 12 a 17 de novembro de 2021, utilizando o formulário do Google. Com o resultado da embalagem preferida, foi realizado o teste de aceitabilidade (método 165/IV), no período de 8 a 17 de dezembro de 2021, através de formulários elaborados no Google, onde participaram apenas consumidores que responderam o primeiro questionário. O teste de aceitação foi composto por escala hedônica de nove pontos, variando de “1 - desgostei extremamente” a “9 - gostei extremamente”, os atributos avaliados foram: cor, imagens, nome da marca, informações e aspecto global da embalagem. Também foi aplicado o teste de intenção de compra (método 167/IV) por meio da escala de cinco pontos, variando de “1 - decididamente não compraria” a “5 - decididamente compraria”.

Ambos os testes foram realizados conforme as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (11). Também foi questionado aos participantes quais valores estariam dispostos a pagar pelo biscoito doce elaborado com farinha de beterraba.

Os resultados para o teste de preferência foram obtidos através do cálculo de porcentagem para cada resposta, levando em consideração a quantidade de participantes e quantos deles escolheram cada resposta. O Índice de Aceitabilidade (I.A) foi calculado utilizando a seguinte expressão:  $IA (\%) = A \times 100/B$ , onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto (12).

## **Resultados e Discussão**

No teste de preferência, dos 121 participantes do estudo, 65% eram do sexo feminino e 35% do masculino. Dentre todos os participantes, 53% possuíam idade entre 18 e 30 anos, 32% entre 31 e 50 anos e 15% com mais de 50 anos, se caracterizando como um público jovem.

Em relação ao hábito de consumo, constatou-se que 89% dos participantes afirmaram que tem o hábito de consumir beterraba, onde 36% afirmaram consumir uma vez a cada quinze dias, 28% consomem pelo menos uma vez por semana, 7% nunca consomem e somente 2% afirmaram consumir



beterraba todos os dias. Dentre os entrevistados, 83% afirmaram consumir biscoito, e a maioria 61% justificaram o consumo pela praticidade de quando se tem a necessidade de levar algo para comer fora de casa, os outros 17% que não tem o costume do consumo, justificaram com as respostas de que os biscoitos não são nutritivos e são muito calóricos.

Sobre observar as informações contidas na tabela nutricional dos produtos, 71,90% participantes afirmaram observar e 27,27% disseram que não tem esse costume e 0,8% não quis responder. Ao perguntar sobre as informações “Sem lactose” e “Sem proteína do leite”, 49% afirmaram achar as informações importantes por ajudarem as pessoas alérgicas/intolerantes na decisão de compra e 25% acharam extremamente importante por ser o tipo de informação que faz diferença na hora de comprar o produto, apenas 8% afirmaram não achar as informações relevantes.

Na preferência das embalagens, a de cor laranja foi escolhida por 56,20% participantes, 23,97% preferiram a de cor verde e 19,83% a de cor amarela. Numa embalagem, a cor é o fator que, primeiramente atraí o olhar do consumidor e conforme o estudo (13). Estudos apontam que cores laranja, vermelho e amarelo são sempre relacionadas ao sabor doce e a formas arredondadas nos alimentos (14), e esses podem ser alguns dos fatores que tenham influenciado na escolha da embalagem laranja pela maioria.

A partir da embalagem definida foi feito o estudo de aceitabilidade, dentre os 121 participantes do primeiro questionário, apenas 53 responderam o segundo. Na Tabela 1 estão apresentados os resultados médios para cada parâmetro avaliado e seus respectivos índices de aceitação.

Tabela 1 – Teste de índice de aceitação (IA) da embalagem para biscoito doce elaborado com farinha de beterraba

<b>Atributos</b>	<b>Média</b>	<b>Índice de aceitação</b>
Impressão global	7,49	83,23
Cores	7,51	83,44
Nome da marca	6,68	74,21
Imagens	7,53	83,65
Informação "Sem lactose"	7,74	85,95
Informação "Sem proteína do leite"	7,49	83,23
Intenção de compra	3,92	-

Fonte: Das autoras, 2022. Legenda: i. Escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9); ii. Escala de cinco pontos, variando de “decididamente não compraria” (1) a “decididamente compraria” (5); iii. Índice de aceitação (IA) (%) =  $A \times 100/B$ , onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto, para avaliação global.



A impressão global da embalagem produzida nesse estudo apresentou uma aceitabilidade de 83,23%, sendo um bom índice para sua comercialização. No segmento alimentício, utilizar a embalagem e o rótulo para atrair a atenção do consumidor e comunicar os benefícios do produto diretamente na prateleira da loja é fator de vantagem competitiva (15). Como a embalagem é o primeiro aspecto de um produto a entrar em contato com o consumidor, atualmente ela é considerada como um dos principais fatores para construção da marca, além de participar diretamente na produção de identidade e nas vendas de um produto (7).

As cores utilizadas na embalagem obtiveram uma aceitabilidade de 83,23%, mas alguns participantes comentaram sobre a utilização da cor preta, como: “Eu gostei bastante da embalagem. Só achei excessiva a quantidade de com preta de fundo.” e “Eu retiraria fundo preto, pois acho que é um produto que está mais relacionado a leveza, saúde, dia.”, foram algumas das sugestões. O “preto”, o “branco” e o “cinza”, quando utilizados numa embalagem, não são consideradas boas cores para atrair a atenção. A cor é o aspeto da embalagem que atinge o olhar do comprador em primeiro lugar. Portanto as escolhas das cores de uma embalagem exigem critérios e cuidados. “Torna-se, portanto, evidente que a presença da cor na embalagem representa um valor indiscutível” (12).

O nome da marca “BeetPam”, da qual surgiu a partir da junção da palavra beterraba em inglês “Beet” e do prefixo “Pam” que faz a referência para panificação, foi o aspecto analisado que obteve menor índice de aceitabilidade 74,21%, e vários consumidores deixaram comentários no estudo sobre esse fator. O argumento para não gostar de alguma forma do nome proposto, foi pelo emprego do inglês. Alguns dos comentários foram: “Achei o nome bem estranho” e “Não sei se a marca em inglês está clara para todos os consumidores que é um produto enriquecido com farinha de beterraba”. As palavras em inglês inicialmente eram utilizadas em nomes de produtos, serviços e comércios brasileiros, por ser considerada uma forma de agregar valor a marca e demonstrar poder aquisitivo e político (16). Mas podemos observar a partir das respostas e comentários deste estudo que existe uma mudança de cenário atualmente, e a valorização da língua portuguesa vem sendo buscada cada vez mais.

A aceitação das imagens presentes na embalagem foi de 83,65%, porém mesmo com o bom índice para esse aspecto, alguns participantes comentaram sobre a infantilização da beterraba no logotipo da marca, surgiram comentários como: “A infantilização da beterraba é algo que eu modificaria.” e “Na embalagem, a não ser que seja para crianças, colocar uma imagem normal da



beterraba.”, deste modo deve-se analisar a possibilidade de mudança da imagem, ou a utilização da mesma para facilitar a introdução do produto na alimentação infantil.

As informações “Sem lactose” e “Sem proteína do leite” obtiveram a aceitabilidade de 85,95% e 83,23%, respectivamente. As intolerâncias e alergias alimentares estão presentes no dia a dia de muitas pessoas, por isso tornaram-se importante comunicar ao consumidor quando os alimentos contêm adição ou redução de certos ingredientes (17) (18). Com esse tipo de informação na embalagem, o biscoito doce elaborado com farinha de beterraba utilizado para esse estudo, acaba sendo enquadrado como alimento para fins especiais de acordo com a RDC nº 135 (19), podendo ser recomendado para pessoas com alimentação restritiva decorrente da alergia ou intolerância a componentes do leite.

Do ponto de vista comercial, para garantir as vendas de qualquer produto, é necessário que o projeto da embalagem seja voltado para a conveniência do consumidor, possuindo apelo de mercado através de suas cores e formas (20). Para um produto alcançar sucesso e competitividade no mercado, este deve satisfazer às expectativas do consumidor em relação às propagandas e às informações contidas na embalagem (21). A embalagem para biscoito doce obteve a média de 3,92 na intenção de compra e a média do valor que os participantes afirmaram pagar pelo produto foi de R\$ 4,00.

## **Conclusão**

Os resultados obtidos neste estudo mostram que as embalagens propostas apresentaram índice de aceitação superior a 80%. A embalagem de coloração laranja possui maior probabilidade de ser escolhida pelos consumidores no momento da compra do biscoito doce elaborado com farinha de beterraba. Mesmo com bons resultados, deve-se levar em consideração os comentários sobre as cores, a infantilização da imagem da beterraba utilizada na embalagem, bem como os resultados e comentários para o quesito “nome da marca”, podendo futuramente ser desenvolvido um novo estudo para esses aspectos.

## **Referências Bibliográficas**

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial União**; Poder Executivo, Brasília, DF, 2005. Disponível em:





<[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html)>. Acesso em: 31 mai. 2022.

2. HIROSE, Y. *et al.* Antioxidative properties and flavonoid composition of Chenopodium quinoa seeds cultivated in Japan. **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1300-1306, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.008>>. Acesso em: 31 mai. 2022.

3. CLERICI, M. T. P. S.; OLIVEIRA, M. E.; NABESHIMA, E. H. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 2, p. 139-146, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1981-67232013005000017>>. Acesso em: 31 mai. 2022.

4. MEDEIROS, G. R.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características De Qualidade De Farinhas Mistas De Trigo E Polpa De Pupunha (*Bactris Gasipaes* Kunth). **Brazilian Journal of Food & Nutrition / Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 655–660, 2012. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fsr&AN=90615786&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 31 maio. 2022.

5. ARAÚJO FILHO, D. G. *et al.* Processamento de produto farináceo a partir de beterrabas submetidas à secagem estacionária. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 207-214, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.4885>>. Acesso em: 31 mai. 2022.

6. CROCETTI, A. *et al.* Determinação da composição centesimal a partir de dois métodos de secagem para a produção da farinha de beterraba (*Beta vulgaris*, L. - Família *Amaranthaceae*). **Visão Acadêmica**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 22-35, 2017. ISSN 1518-8361. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/51359>>. Acesso em: 31 maio 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/acd.v17i4.51359>.



7. SILVA, K. S. **Elaboração e Caracterização de Biscoitos Doces a partir da Farinha de Beterraba**. 38f. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros, 2021.
8. GUERRERO, L. *et al.* Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 5, p. 387-395, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(00\)00012-4](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(00)00012-4)>. Acesso em: 31 mai. 2002.
9. DELLA LUCIA, Suzana Maria *et al.* Fatores da embalagem de café orgânico torrado e moído na intenção de compra do consumidor. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 3, p. 485-491, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000300010>>. Acesso em: 31 mai. 2022.
10. BATTISTELLA, N.; COLOMBO, J. R.; ABREU, K. C. K. A importância da cor nas embalagens como fator influenciador no momento da compra. **Biblioteca online de Ciências da Comunicação**, p. 1-20, 2010. Disponível em: <http://www.bocc.ubi.pt/pag/bocc-kraemer-embalagens.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2022.
11. INSTITUTO Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf)>. Acesso em: 31 mai. 2022.
12. TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987.
13. FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. **Psicodinâmica das cores em comunicação**. São Paulo: Edgar Blucher, 2006.
14. REBOLLAR, R. *et al.* Influence of chewing gum packaging design on consumer expectation and willingness to buy. An analysis of functional, sensory and experience attributes. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 162-170, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.10.011>>. Acesso em: 31 mai. 2022.



15. SILVEIRA NETO, W. D. **Avaliação visual de rótulos de embalagens**. 111 f. 2001. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/79920?show=full>. Acesso em: 31 maio 2022.
16. CARVALHO, N. **Empréstimos Linguísticos**. São Paulo: Ática, 1989.
17. CASWELL J. A.; NING, Y.; LIU, F.; MOJDUSZKA, E.; M. The Impact of New Labeling Regulations on the Use of Voluntary Nutrient-Content and Health Claims by Food Manufacturers. **Journal of Public Policy & Marketing**. v. 22, n. 2, p. 147-158, 2003.. doi:10.1509/jppm.22.2.147.17637.
18. BETTY J. Parker. Food For Health: The Use Of Nutrient Content, Health, and Structure/function Claims In Food Advertisements, **Journal of Advertising**, v. 32, n. 3, 2003. p. 47-55. DOI: 10.1080/00913367.2003.10639135.
19. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC n° 136, de 8 de fevereiro de 2017. Regulamento Técnico para declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos alimentos. **Diário Oficial União**; Poder Executivo, Brasília, DF, 2017. Disponível em: <[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20794620/do1-2017-02-09-resolucao-rdc-n-136-de-8-de-fevereiro-de-2017-20794494](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20794620/do1-2017-02-09-resolucao-rdc-n-136-de-8-de-fevereiro-de-2017-20794494)>. Acesso em: 31 mai. 2022.
20. ZAHRA, F. M.. **A influência da embalagem na decisão de compra do consumidor de chocolates na região de Curitiba**. 27f. 2012. Monografia para conclusão de curso (Curso em Marketing). Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2012.
21. GOLDMAN, A. Gaining the competitive edge: sensory science in the marketplace. **Cereal foods world**. v. 39, n. 11, p. 822-825, 1994.



## Desenvolvimento e avaliação sensorial de trufas com recheio de cajá

Joyce Rodrigues Neto Martins<sup>1</sup>; Caroline Roberta Freitas Pires<sup>2\*</sup>; Schirlayne de Sousa Lima da Silva<sup>3</sup>;

**Resumo:** O cajá (*Spondias lutea L.*) é um fruto do cerrado brasileiro, abundante nas regiões Nordeste e Norte do país. Além do alto teor nutricional e biológico, seu aroma e sabor agridoce, tem possibilitado ao mesmo, inúmeras aplicações na indústria de alimentos. Diante disso, objetivou-se elaborar trufas de chocolate recheadas com polpa de cajá e avaliar as suas características sensoriais. A matéria-prima, o cajá, foi colhida entre os meses de dezembro de 2019 e janeiro de 2020 no município de Porto Nacional – TO, enquanto que os demais ingredientes (chocolate ao leite, leite condensado e creme de leite), foram adquiridos em mercado local do município de Palmas – TO. Foram elaboradas três formulações de trufas com diferentes concentrações de polpa de cajá (FI, FII e FIII). A análise sensorial de aceitação dos produtos desenvolvidos foi realizada pela avaliação dos atributos: aroma, sabor e impressão global. Avaliou-se também, a intenção de compra por meio de escala hedônica e preferência, pelo teste de ordenação. Quanto aos resultados obtidos, as trufas com adição de diferentes concentrações de polpa de cajá apresentaram boa aceitação entre os julgadores. A utilização do cajá como ingrediente na elaboração de trufas, além de potencializar o teor nutricional e funcional do produto final, contribui para a agregação de valor do fruto como matéria-prima, popularizando assim o seu consumo e aplicabilidade em âmbito agroindustrial.

**Palavras-chave:** Fruto do Cerrado. *Spondias lutea L.* Teste de aceitabilidade.

### Introdução

As frutas são alimentos saborosos e práticos, reconhecidos pelo fornecimento de nutrientes essenciais para a alimentação humana (1). O Brasil é um país que apresenta em sua extensão uma ampla biodiversidade de espécies frutíferas em seu bioma, inúmeras delas, ainda pouco conhecidas e exploradas (2).

O cajá ou cajazinho (*Spondias mombin L.*) é um fruto oriundo do cerrado brasileiro (2) predominantemente abundante nas regiões Nordeste e Norte do país (3). Tal fruto, possui como principais características, tamanho pequeno, coloração amarela, aroma agradável e um sabor agridoce e exótico (4, 5).

Constituído por inúmeros nutrientes e compostos bioativos (2), o cajá é conhecido pelo seu alto teor de carotenoides, tais como a provitamina A (retinol) e vitamina C (4), fibras e minerais

---

<sup>1</sup>Nutricionista, Universidade Federal do Tocantins.

<sup>2</sup>Docente, Universidade Federal do Tocantins

<sup>3</sup>Acadêmica de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins

E-mail para a correspondência: carolinerfpres@uft.edu.br\*



(sódio, cálcio, potássio, magnésio, fósforo e cobre) (2), além também de compostos fenólicos, substâncias que o conferem importante papel biológico, como atividade antioxidante, antifúngica, antiviral e anti-inflamatória (6, 4).

Apesar de ser considerada uma espécie frutífera ainda pouco cultivada em escala comercial (3), os atributos sensoriais do fruto da cajazeira têm despertado o interesse por parte da agroindústria (5), especialmente na fabricação de sucos, sorvetes, néctares e geleias (4).

A utilização do cajá como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios, torna-se uma alternativa viável, à medida em que possibilita a potencialização do teor nutricional e funcional, ampliando a diversificação de produtos ofertados nas prateleiras, garantindo ao fruto um maior valor agregado na área de alimentos.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi desenvolver três formulações de trufas recheadas com diferentes concentrações de polpa de cajá e avaliar as suas características sensoriais.

## **Material e Métodos**

### **Matéria-prima**

Os frutos foram colhidos no município de Porto Nacional, Tocantins, entre os meses de dezembro de 2019 e janeiro de 2020, atentando-se à uniformidade e ao grau de maturação comercial dos mesmos. Inicialmente, os frutos *in natura* foram lavados, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio na concentração de 100 ppm por 10 minutos e em seguida, foram enxaguados em água corrente. Na sequência, os cajás foram despulpados com o auxílio de uma faca de aço inoxidável. A polpa extraída, foi passada por uma peneira de 50 mesh para retenção de resíduos maiores, tais como a casca do fruto. Posteriormente à etapa de obtenção da polpa, a mesma foi acondicionada em sacos de polietileno e armazenada em freezer na temperatura de  $-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  até a sua utilização na fabricação das trufas (7).

### **Elaboração das Trufas**

Foram realizados previamente, testes preliminares para a padronização das formulações das trufas com recheio de cajá. Os ingredientes, chocolate ao leite, creme de leite e leite condensado, foram adquiridos em mercado local do município de Palmas, Tocantins, atentando-se à integridade das embalagens e à data de validade dos mesmos. Para a elaboração das formulações, o chocolate foi cortado com o auxílio de uma faca inox, colocado em um refratário de vidro e derretido em banho-



maria, após seu derretimento, o mesmo foi adicionado no interior das cavidades da forma de acetato e encaminhado para o resfriamento em freezer. Em seguida, as cavidades de chocolate enrijecidas foram preenchidas pela mistura de polpa de cajá batida em liquidificador com leite condensado, creme de leite e três concentrações distintas de polpa. Após serem recheadas, aplicou-se às trufas uma fina camada de chocolate na superfície da forma a fim de cobri-las por completo e novamente as mesmas foram levadas ao freezer por cerca de 10 minutos para que o chocolate fosse solidificado por completo. Por fim, as trufas foram desenformadas e armazenadas sob refrigeração ( $6 \pm 1^\circ\text{C}$ ) até o momento da aplicação do teste sensorial (8).

A descrição das formulações das trufas com recheio de cajá, segue apresentada na tabela 1.

Tabela 1 – Formulações de trufas recheadas com diferentes concentrações de polpa de cajá.

Ingredientes	Formulação		
	FI (g)	FII (g)	FIII (g)
Chocolate ao leite	450	450	450
Leite Condensado	300	300	300
Creme de leite	300	300	300
Polpa de cajá	75	150	225

Fonte: Dos autores, 2020.

Legenda: FI: Formulação um; FII: Formulação dois; FIII: Formulação três; g: Grama.

### Análise Sensorial

Os testes de aceitação foram realizados com 50 julgadores não treinados na Universidade Federal do Tocantins campus de Palmas, com homens e mulheres com idade entre 18 a 50 anos, todos consumidores de chocolate. Inicialmente foram servidas em cabines individuais iluminadas com luz fluorescente, de forma aleatória e balanceada aos julgadores, três amostras codificadas (com algarismos de três dígitos) pesando aproximadamente 15 gramas juntamente com um copo de 250 ml de água mineral à temperatura ambiente para lavagem do palato (9).

Em seguida, os julgadores foram instruídos a avaliarem o aroma, o sabor e a impressão global, utilizando-se escala hedônica estruturada de nove pontos, onde: 1 = Desgostei extremamente; 5 = Nem gostei / nem desgostei; 9 = Gostei extremamente (10) (Figura 1), e posteriormente a avaliarem a intenção de compra, utilizando a escala hedônica estruturada de cinco pontos, onde: 1 = Certamente não compraria; 3 = Talvez comprasse, talvez não comprasse; 5 = Certamente compraria (10) (Figura



2). Por fim, os provadores foram orientados a identificarem as amostras de acordo com a sua preferência, elencando a amostra menos preferida e a amostra mais preferida (10) (Figura 2).

Figura 1 - Ficha de avaliação sensorial (Teste de aceitabilidade).

**Teste de Aceitação e Intenção de Compra**

**Trufas de Cajá**

**1) Você está recebendo três amostras de (TRUFAS DE CAJÁ) todas codificadas. Indique o quanto gostou ou desgostou do produto, dando nota de acordo com a escala abaixo.**

(9) Gostei extremamente	<b>Sabor</b>		
(8) Gostei muito	Amostra: _____	Nota: _____	
(7) Gostei moderadamente	Amostra: _____	Nota: _____	
(6) Gostei ligeiramente	Amostra: _____	Nota: _____	
(5) Nem desgostei, nem gostei	<b>Aroma</b>		
(4) Desgostei ligeiramente	Amostra: _____	Nota: _____	
(3) Desgostei moderadamente	Amostra: _____	Nota: _____	
(2) Desgostei muito	Amostra: _____	Nota: _____	
(1) Desgostei extremamente	<b>Impressão Global</b>		
	Amostra: _____	Nota: _____	
	Amostra: _____	Nota: _____	
	Amostra: _____	Nota: _____	

Fonte: Dos autores, 2020.

Figura 2 - Ficha de avaliação de intenção de compra e avaliação da preferência.

**2) Indique na sua opinião a intenção de compra**

(5) Certamente compraria	Amostra: _____	Nota: _____
(4) Possivelmente compraria	Amostra: _____	Nota: _____
(3) Talvez comprasse, talvez não comprasse	Amostra: _____	Nota: _____
(2) Possivelmente não compraria		
(1) Certamente não compraria		

**3) Você recebeu três amostras codificadas, ordene-as em mais preferida e menos preferida**

Amostra: \_\_\_\_\_ Mais preferida

Amostra: \_\_\_\_\_ Menos preferida

**Explique as razões da sua preferência:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fonte: Dos autores, 2020.



## Análise Estatística

Os resultados da análise sensorial foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e para comparação de médias foi utilizado o teste de Tukey a um nível de 5% de significância (11). Os dados foram apresentados em tabelas e os atributos (sabor, aroma, impressão global e intenção de compra) na forma de histogramas relacionando o percentual de indivíduos e as notas atribuídas. Para avaliação da preferência, foi adotado o método de Friedman por comparação de soma de ordens (10).

## Resultados e Discussão

A tabela 2 apresenta os valores médios dos atributos sensoriais aroma, sabor e impressão global e a avaliação da intenção de compra, para trufas recheadas com diferentes concentrações de polpa de cajá.

Tabela 2 – Valores das médias dos atributos sensoriais para trufas recheadas com diferentes concentrações de polpa de cajá.

Trufas de cajá	Atributos sensoriais			
	Aroma	Sabor	Impressão Global	Intenção de Compra
FI	7,52 <sup>a</sup> ± 1,30	7,14 <sup>a</sup> ± 1,42	7,64 <sup>a</sup> ± 1,69	3,94 <sup>a</sup> ± 1,11
FII	7,32 <sup>a</sup> ± 1,57	7,50 <sup>a</sup> ± 1,96	7,54 <sup>a</sup> ± 1,53	3,98 <sup>a</sup> ± 1,23
FIII	7,40 <sup>a</sup> ± 1,27	7,26 <sup>a</sup> ± 1,57	7,46 <sup>a</sup> ± 1,32	4,00 <sup>a</sup> ± 1,08

Fonte: Dos Autores, 2020.

Legenda: FI: Formulação um; FII: Formulação dois; FIII: Formulação três.

Valores expressos em média ± desvio padrão. Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com relação ao atributo aroma não houve diferença estatística significativa entre as três amostras. Os valores médios variaram entre 7,32 na FII e 7,52 na FI.

O fato da boa aceitação do atributo aroma da trufa de cajá em diferentes concentrações pode ser atribuído ao chocolate, visto que, é um produto popularmente bem conhecido pelas pessoas, aguça o olfato que é um sentido neurológico que guarda e intermedia as memórias, fazendo com que ela seja facilmente acessada por meio do estímulo olfativo (12).

Os compostos voláteis são encontrados nos alimentos em pequenas concentrações, sendo que, os principais compostos voláteis presentes no cajá são das classes dos ésteres, álcoois, aldeídos e cetonas que conferem o aroma característico do fruto (13).



Para o atributo sabor, também não foi observada diferença estatística significativa. Foram encontrados valores médios entre 7,14 para a FI e 7,50 para FII. Foi possível observar que os provadores deram notas médias acima de 7,0 condizendo com a aceitação do produto quanto ao atributo sabor.

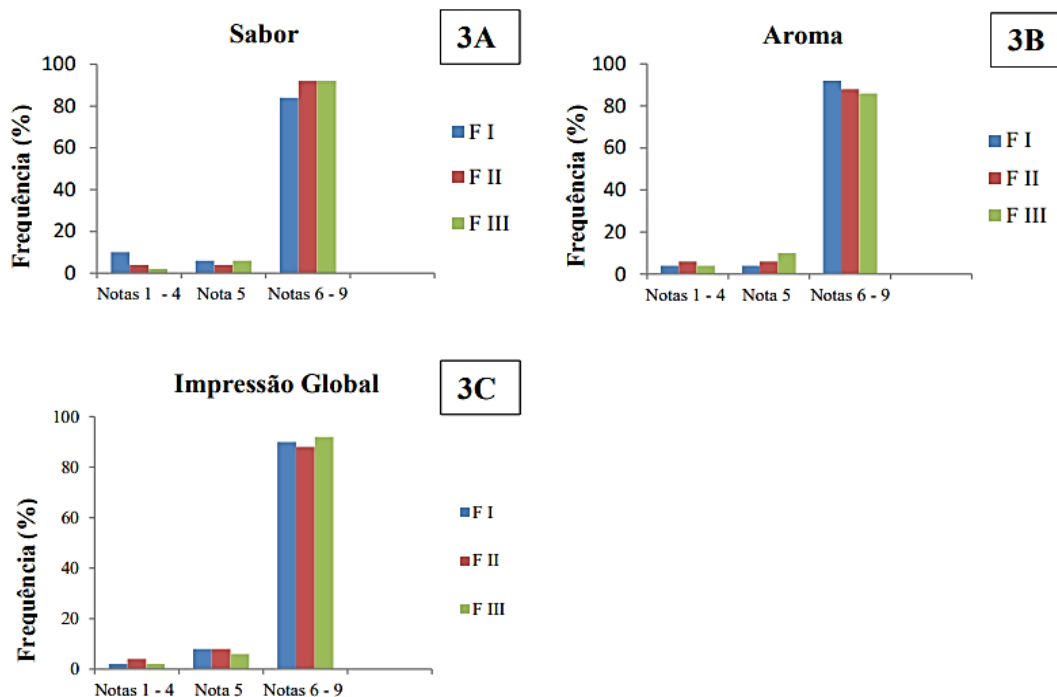
De acordo com o teste de aceitação de iogurte com geleia de cajá adicionada de probióticos, os valores para o atributo sabor não apresentaram diferença significativa entre as amostras, também apresentando uma boa aceitabilidade entre elas com notas médias superiores a 7,0 (14).

Para o atributo impressão global também não foi observada diferença significativa entre as diferentes formulações, e as médias variaram entre 7,46 para FIII e 7,54 para a formulação FII. Carvalho, ao avaliar trufa com recheio de bacuri, obteve valores de médias que variaram de 7,17 para a amostra com 75% de polpa de bacuri e 7,70 para a amostra com 25% de polpa de bacuri, valores próximos aos encontrados no presente estudo (9). Todos os tributos não houve diferença, logo a variação do aumento da adição da polpa do cajá não influenciou na aceitação do produto final, assim pode-se utilizar o menor percentual da fruta que apresentaram a mesma aceitação em relação aos atributos sabor e aroma.

A Figura 3 apresenta os histogramas obtidos ao relacionar a frequência dos provadores e a categorização das notas (1 a 4; 5 e 6 a 9) para cada amostra. Para o atributo sabor, representado na figura 3A, observou-se que 92% dos julgadores, atribuíram notas de 6 a 9, para as trufas das formulações FII e FIII. Já para a formulação FI, 84% dos julgadores deram notas entre 6 a 9. Apenas 2% dos julgadores avaliaram a formulação FIII com notas de 1 a 4. Para o atributo aroma, representado pela figura 3B, observou-se que 92% dos julgadores atribuíram notas de 6 a 9 para a formulação FI, 88% para a formulação FII e 86% para formulação F III.

Para o atributo impressão global, (figura 3C) observou-se que 92% dos julgadores avaliaram a amostra FIII com notas de 6 a 9, 90% dos julgadores avaliaram a amostra FI com notas de 6 a 9 e 88% dos julgadores avaliaram a formulação FII com notas de 6 a 9. Para as formulações FI e FII apenas 2% dos julgadores atribuíram notas entre 1 a 4, indicando uma alta aceitação das amostras com relação a este atributo.

Figura 3 - Histogramas de frequência dos escores de aceitação global para os atributos sabor (3A), aroma (3B) e impressão global (3C) da trufa de chocolate com recheio de cajá em três diferentes formulações.



Fonte: Dos autores, 2020.

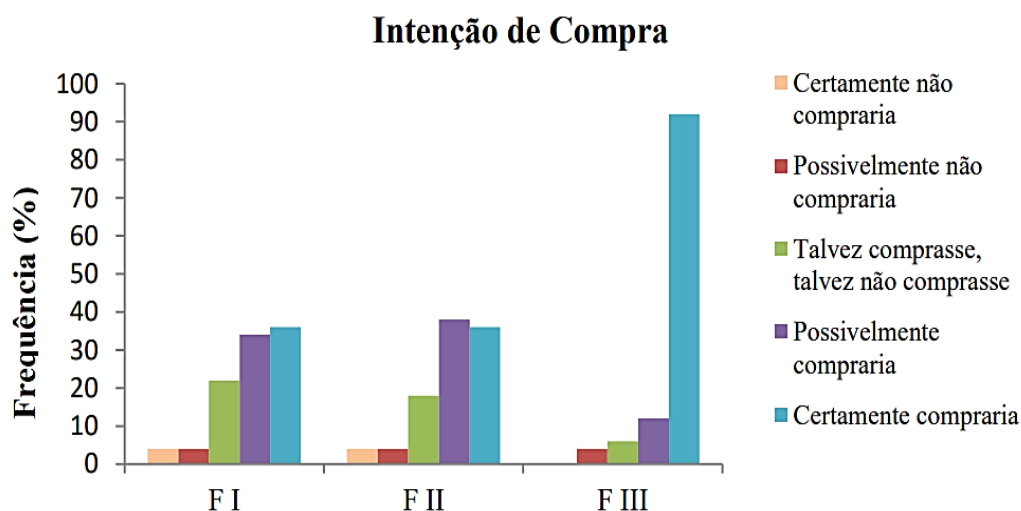
Quanto à intenção de compra observou-se que não houve diferença significativa entre as três amostras elaboradas. Os valores médios variaram entre 3,94 para a formulação FI e 4,00 para a formulação FIII (Tabela 3).

Quanto ao percentual de intenção de compra, 38% dos julgadores afirmaram que certamente comprariam as amostras das formulações FI e FII e apenas 4% dos julgadores afirmaram que certamente não comprariam e/ou possivelmente não comprariam tais amostras formuladas. Em relação à intenção de compra da trufa formulada com a maior concentração de polpa (FIII), 92% dos avaliadores julgaram que certamente comprariam a amostra caso fosse comercializada.

Este resultado, indica a boa aceitação do produto por parte dos consumidores, sugerindo que se fosse colocado à venda, possivelmente a trufa com recheio de cajá seria adquirida pelos mesmos. Silva e colaboradores, também avaliaram a aceitação de uma trufa de cajá, mas com a adição de pimenta. Com os dados obtidos em estudo, puderam afirmar que o produto apresentava potencial de mercado, devido à boa aceitação por parte dos julgadores (15).



Figura 4 - Histograma de frequência dos escores de intenção de compra da trufa com recheio de cajá.



Fonte: Dos autores, 2020.

Comparando-se os módulos da diferença com a diferença crítica, conforme a Tabela 3, para o teste de ordenação, observou-se que não houve diferença significativa na preferência das amostras com relação à variação na concentração de polpa de cajá. Os julgadores não tiveram preferência de uma amostra em relação à outra.

Tabela 3 - Avaliação sensorial da preferência pelo teste de ordenação para as amostras de trufas com recheio de polpa de cajá.

Diferença da Soma de Ordens	Módulo da diferença
FI e FIII	06 (ns)
FII e FII	11 (ns)
FII e FIII	17 (ns)

Legenda: (ns): Não significativo. Diferença crítica de  $\alpha = 0,05 = 24$ .

## Conclusão

As amostras de trufas recheadas com polpa de cajá obtiveram boa aceitação por parte dos julgadores, contudo a formulação III, com maior concentração de polpa, foi a que se destacou preferencialmente das demais. A utilização do cajá como ingrediente na elaboração de trufas, além de potencializar o teor nutricional e funcional do produto final, contribui para a agregação de valor do fruto como matéria-prima, popularizando assim o seu consumo e aplicabilidade em âmbito agroindustrial.



## Referências Bibliográficas

1. BECKER, M. M. *et al.* Mineral and bromatological assessment and determination of the antioxidant capacity and bioactive compounds in native Amazon fruits. **Brazilian Journal Food and Technology**. Campinas, v. 21, e2018022, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.02218>>. ISSN 1981-6723.
2. NUNES, L. C. O. *et al.* Análise do perfil lipídico em ratos Wistar submetidos ao tratamento com extrato alcoólico concentrado dos frutos de cajá (*Spondias mombin L.*). **evs**, Goiânia, v. 47, p. 1 – 8, 2020.
3. MOURA, C. L. A.; PINTO, G. A. S.; FIGUEIREDO, R. W. Processamento e utilização da polpa de cajá (*Spondias mombin L.*). **B.CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 237-252, jul./dez. 2011.
4. PAULA, C. M. *et al.* Fat substitution by inulin in goat milk ice cream produced with cajá (*Spondias mombin*) pulp and probiotic cultures: influence on composition, texture, and acceptability among consumers of two Brazilian regions. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 32, n. 2, p. 140-149, 2020.
5. PINHEIRO, G. K. I *et al.* Drying kinetics of yellow mombin (*Spondias mombin L.*) epicarp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.24, n.2, p.121-127, 2020.
6. BRITO, G. O. *et al.* Phenolic Compound Profile by UPLC-MS/MS and Encapsulation with Chitosan of *Spondias mombin L.* Fruit Peel Extract from Cerrado Hotspot—Brazil. **Molecules**, v. 27, n. 8, p. 2382, 2022.
7. CARVALHO, E. H. *et al.* Desenvolvimento, caracterização e avaliação sensorial de trufas com recheio de bacuri. In: XV Semana Acadêmica de Engenharia de Alimentos e II Congresso Tocantinense de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2019, Palmas - TO. **Anais da XV SEMEALI e II CTOCTA**. Palmas: UFT, 2020, p. 118-131.
8. MEDEIROS, M. J. M. *et.al.* Aceitação sensorial e qualidade microbiológica de trufas de caju obtidas artesanalmente. **HOLoS**, [S.l.], v. 2, p. 77-86, mar. 2012. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLoS/article/view/6502012>>. Acesso em: 20 mai. 2020.



9. CARVALHO, E. H. **Desenvolvimento, caracterização e avaliação sensorial de trufas com recheio de bacuri**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal do Tocantins, 2018 p. 12.
10. DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 4ª ed. rev. e amp. Curitiba: Champagnat, 2013.
11. FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
12. OLIVEIRA, R. M.; BRAGA, N. P. Os cinco sentidos no marketing: A importância dos estímulos multisensoriais para despertar a emoção e gerar inclusão social. In: XVIII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sudeste, Bauru - SP. **Anais XVIII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sudeste**, São Paulo: Intercom 2013. 14 p.
13. MOURA, C. L. A. **Maceração enzimática da polpa de cajá (*Spondias mombin L.*)**. Dissertação de Mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. 78 f.
14. GONÇALVES, N. M. *et al.* Iogurte com geleia de cajá (*Spondias mombin l.*) adicionado de probióticos: avaliação microbiológica e aceitação sensorial. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.12, n.1, p. 54 – 63, 2018.
15. SILVA, P. D. *et al.* Elaboração e análise sensorial de trufa de cajá com pimenta. **Revista Craibeiras de Agroecologia**. v. 4, n. 2, p. 3, 2019.



## **Efeitos da pandemia de Covid-19 na comercialização de cortes de frango no Brasil.**

**Rosane Farias Carvalho<sup>1</sup>; Thiago Taham<sup>2</sup>**

**Resumo:** O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de carne de frango e referência no segmento. Em 2020 o país produziu cerca de 13,8 milhões de toneladas, sendo 69% destinada ao mercado interno. Com o decreto da pandemia, medidas foram instituídas pelas autoridades sanitárias e o isolamento social foi a principal delas, resultando no fechamento do comércio não essencial e mudanças na demanda por alimentos e hábitos alimentares da população. Com o objetivo de avaliar os efeitos da pandemia sobre a comercialização de cortes de carne de frango no Brasil em 2020, foram coletados dados de vendas de file de peito e coxa e sobrecoxa comercializados por frigorífico de aves em Matelândia, no Paraná. Dados de 2019 foram utilizados para comparação com o ano seguinte. Em 2019 foram comercializadas 29,6 mil toneladas de coxa e sobrecoxa e 17,6 mil de filé de peito, totalizando 47,2 mil toneladas. Em 2020 foram 32,0 e 28,4 mil toneladas de coxa e sobrecoxa e filé de peito de frango respectivamente, com total de 60,4 mil toneladas, evidenciando crescimento de 28% nas vendas. A comercialização de coxa e sobrecoxa teve aumento nos meses de janeiro, fevereiro, março e novembro com 43%, 57%, 85% e 101%, respectivamente. O filé de peito apresentou crescimento contínuo nas vendas durante todo o ano de 2020, com destaque para janeiro, fevereiro e novembro, com 127%, 130%, 90% de aumento. O crescimento de 28% na comercialização dos cortes não representa o total geral de toneladas comercializadas durante 2020, mas evidencia a forma como o consumidor reage frente aos desafios que surgem na sociedade, bem como abre portas para novos estudos e adequações nos setores de vendas e produtos destinados ao varejo para suprimento da demanda do mercado.

**Palavras-chave:** Coronavírus. Coxa e sobrecoxa. Filé de peito. Hábitos alimentares.

### **Introdução**

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de carne de frango. Foi com investimento em produção, tecnologia e inovação que o país ganhou destaque e se tornou referência no segmento (1).

---

<sup>1</sup>Médica Veterinária, Pós-graduanda em Controle de Qualidade em Processos Alimentícios, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM).

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia Química, docente do Programa de Pós-Graduação em Controle de Qualidade em Processos Alimentícios, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM).

E-mail para a correspondência: rosane.carvalho@estudante.iftm.edu.br



A carne de frango é a proteína de origem animal mais consumida no país e a segunda no mundo (1). É um alimento rico em nutrientes, com baixo teor de gordura e apresenta grande variedade de produtos, com preço e qualidade acessíveis ao consumidor (1).

De acordo com dados divulgados pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), mesmo em meio ao surto do novo coronavírus, em 2020 o país produziu cerca de 13,845 milhões de toneladas de carne de frango (2). Deste total, 69% foi destinado ao mercado interno, onde foram consumidos cerca de 45,27kg de carne de frango per capita, quantidade maior se comparada ao consumo de carne suína que foi de 16,0kg (2).

No mesmo ano, mais especificamente no dia 11 de março, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o surto de COVID-19 como pandemia (5; 3). No Brasil, o primeiro caso foi registrado no dia 26 de fevereiro, em São Paulo, o que levou as autoridades sanitárias a tomarem diversas medidas para controle e prevenção da doença (3, 4).

A transmissão do vírus se dá pelo contato direto ou por gotículas espalhadas pela tosse e espirro de um indivíduo infectado (5; 3). O período de incubação varia entre 5 a 14 dias e os sintomas mais comuns são febre, tosse, dispneia, cefaleia, mialgia, artralgia, congestão nasal e sintomas gastrintestinais (5; 3). Em casos mais graves, há a necessidade de internação e oxigenação mecânica do paciente, uma vez que o sistema respiratório é o mais acometido, podendo levar o indivíduo a óbito (5; 3).

Para reduzir a alta taxa de transmissão e o crescente número de mortes pelo novo coronavírus, medidas essenciais foram instituídas pelas autoridades sanitárias, como higienização das mãos e superfícies, uso de máscara e isolamento social (5; 3). Com o fechamento de escolas, universidades, áreas de lazer e principalmente do comércio não essencial (redes de fastfoods, lanchonetes e restaurantes) em decorrência do isolamento, a população passou por mudanças de hábitos e padrões de consumo que refletiram na demanda interna por alguns alimentos, como a proteína animal por exemplo (5; 3).

Levando em consideração as mudanças ocorridas, este estudo teve por objetivo avaliar os efeitos da pandemia de COVID-19 sobre a comercialização de determinados cortes de carne de frango no Brasil.





## **Material e Métodos**

Para o desenvolvimento deste trabalho os autores tiveram acesso aos dados de cortes de frango de maior demanda de um frigorífico de aves na mesorregião de Matelândia, no Paraná, comercializados durante 2019 e 2020. Os dados foram coletados durante os meses de março e abril de 2022 e foram gentilmente cedidos pela empresa, respeitada a confidencialidade da marca. Foram escolhidos dois cortes específicos dado o grande volume de venda de ambos, o file de peito e coxa e sobrecoxa.

Após a coleta, foi feita a análise dos dados utilizando cálculos simples do Excel para definição de valores e porcentagens referentes a comercialização de cada produto, além da elaboração de gráficos para melhor compreensão e visualização dos resultados.

A empresa que forneceu os dados trabalha com a comercialização de carne de frango não só para a região, mas para todo o Brasil. Dada a limitação de fornecimento de dados exclusivos da região do Paraná e entornos, optou-se pela avaliação e comparação com o comportamento da demanda em um cenário nacional.

## **Resultados e Discussão**

Em 2019 foram comercializadas 29,6 mil toneladas de coxa e sobrecoxa e 17,6 mil toneladas de filé de frango, totalizando 47,2 mil toneladas distribuídas no território nacional. Já em 2020, período em que o novo coronavírus chegou ao Brasil, foram comercializadas cerca de 32,0 e 28,4 mil toneladas de coxa e sobrecoxa e filé de peito de frango respectivamente, totalizando 60,4 mil toneladas, evidenciando crescimento de 28% em relação a 2019 conforme ilustrado na Figura 1.

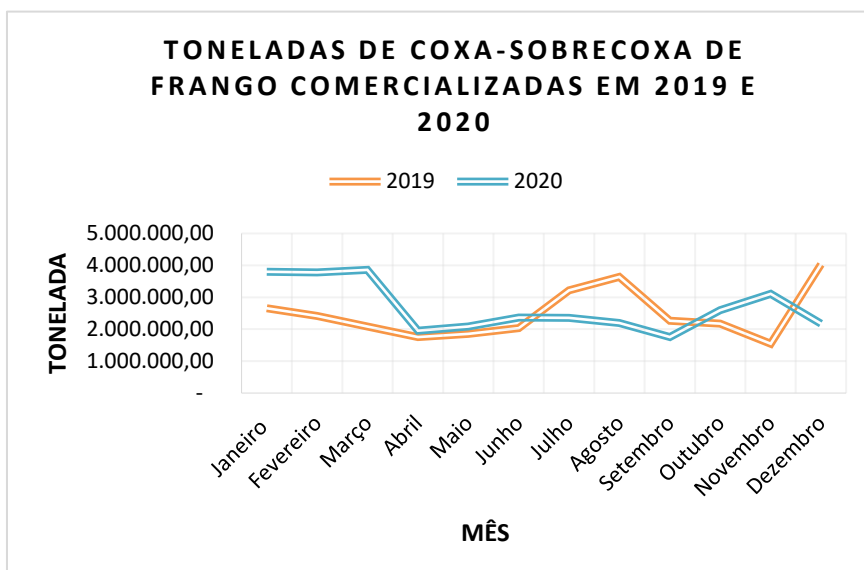


Figura 1. Gráfico demonstrativo do total de toneladas de coxa e sobrecoxa e filé de peito de frango comercializados em 2019 e 2020 no Brasil.

Em relação aos meses de maiores taxas de crescimento nas vendas de coxa e sobrecoxa, podemos destacar os meses de janeiro, fevereiro e março com 43%, 57% e 85% respectivamente, e novembro com 101% de aumento em relação a 2019 (Figura 2). Já as quedas na comercialização do produto foram mais marcantes em abril e setembro de 2020.

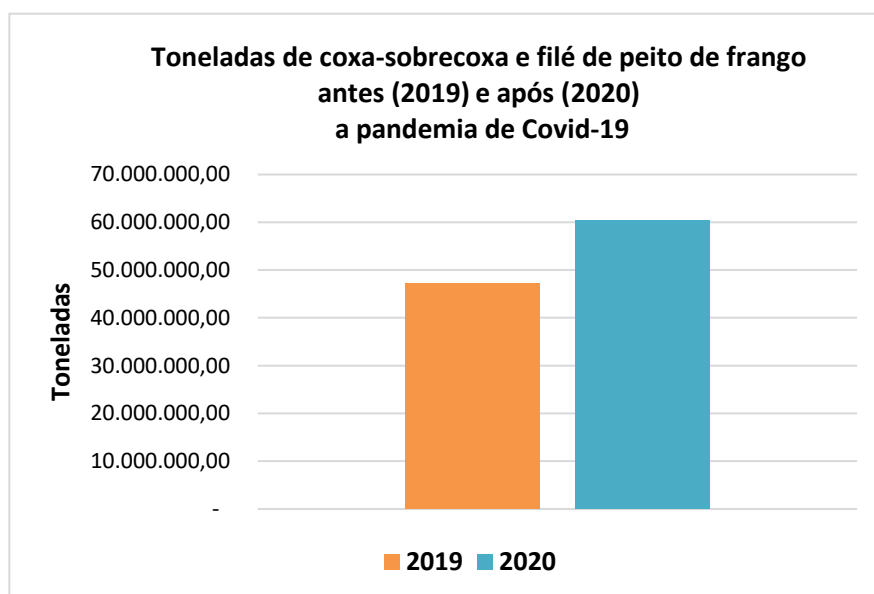


Figura 2. Gráfico ilustrativo da comercialização em toneladas de coxa e sobrecoxa de frango de acordo com os meses de 2019 e 2020.

Nas vendas de cortes de filé de peito, podemos notar que houve crescimento contínuo durante todo o ano de 2020, com destaque para os meses de janeiro, fevereiro e novembro, que apresentaram 127%, 130%, 90% de aumento (Figura 3). Os meses com maiores reduções nas vendas foram março e junho.

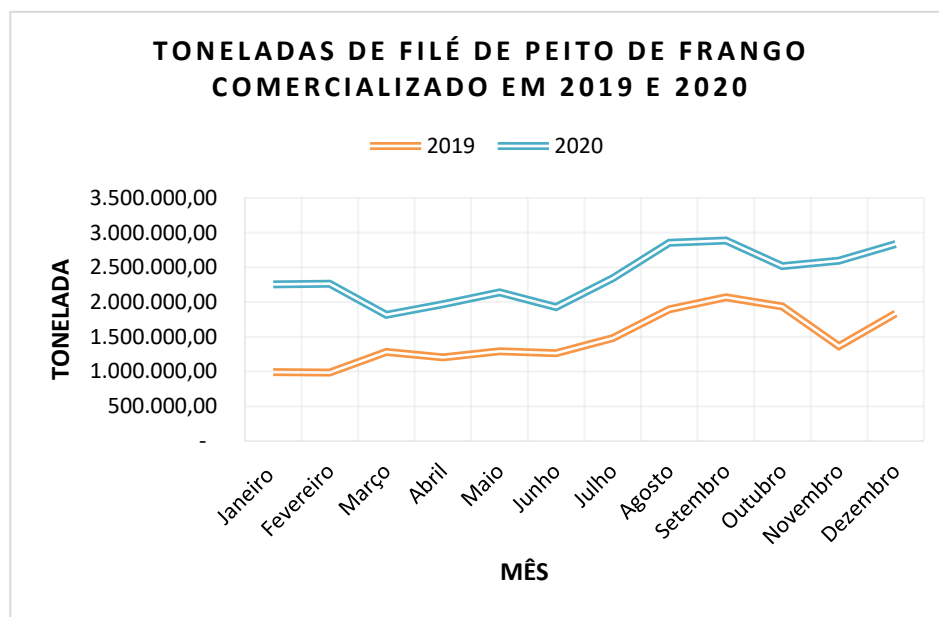


Figura 3. Gráfico ilustrativo da comercialização em toneladas de filé de peito de frango de acordo com os meses de 2019 e 2020.

Com a confirmação da pandemia e o anúncio do fechamento do comércio não essencial, em muitos estados brasileiros houve o redirecionamento da demanda de alimentos para os atacados, hiper e supermercados com o objetivo de aumentar o estoque doméstico. Esse fator pode ter contribuído para o aumento de 28% no volume das vendas dos cortes de carne de frango apresentado no início de 2020, indo em contrapartida ao estudo realizado por Dutra et. al (6) que descreve a projeção feita pela United States Department of Agriculture (USDA), onde um recuo de 2,7% sobre o consumo interno de carne de frango foi considerado.

Em relação ao crescimento contínuo na comercialização dos cortes de filé de peito de frango, podemos associá-lo aos mesmos fatores apontados para os cortes de coxa e sobrecoxa. Por se tratar de um produto que tem mais versatilidade, podendo ser utilizado na confecção de pratos diversos, o filé de peito tem o seu lugar na mesa dos brasileiros e



passou a ocupá-lo com mais frequência com a permanência da maioria da população em casa em decorrência do isolamento social (7; 8; 9).

Para a redução de vendas em determinados meses após o início de 2020, pode-se citar que a queda na oferta de trabalho, diminuição da renda do consumidor e o aumento de preços dos produtos no varejo, colaboraram para a redução do poder de compra da população, mudanças estas que acabaram afetando os resultados esperados (10; 9). Porém, Rezende et. al (11) afirma que mudanças no comportamento dos consumidores tendem a provocar oscilações na demanda por alguns produtos, mas que existe a necessidade da indústria trabalhar as variáveis que surgem para estimular a demanda e mantê-la em níveis satisfatórios.

De modo geral, em 2020 a pandemia não gerou mudança brusca na comercialização dos cortes selecionados, o ritmo nas vendas seguiu de forma positiva, fator que coincide com a afirmação de Monteiro et. al (12) em seu estudo sobre os impactos esperados no médio prazo do coronavírus em cadeias do agronegócio, onde descreve que o ritmo de negócios de atacadistas e varejistas seguiram dentro da normalidade, sendo as baixas um movimento de ajuste do próprio mercado brasileiro.

## **Conclusão**

O crescimento de 28% na comercialização dos cortes de coxa e sobrecoxa e filé de peito de frango não representa o total geral de toneladas comercializadas no mercado interno durante o ano de 2020, mas deixa claro a forma distinta que o consumidor reage frente aos desafios que surgem na saúde. Isso abre portas para novos estudos em relação ao perfil dos consumidores, assim como evidencia a necessidade de adaptação da indústria para futuras mudanças de comportamento social da população. Atualizar as formas de vendas, marketing, apresentação de produtos voltados ao varejo, assim como estudos de perfil dos consumidores, podem ser necessários para acompanhar as demandas futuras e o suprimento delas.



## Referências Bibliográficas

1. OLIVEIRA, A. P. Caracterização do consumidor de carne de frango em Júlio Borges-PI. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 17, n. 2, p. 129-141, 2015.
2. VOILA, M.; TRICHES, D. A cadeia de carne de frango: uma análise dos mercados brasileiro e mundial de 2002 a 20121. **Teoria e Evidência Econômica**, n. 44, p. 126-148, 2015. Disponível em: < <http://seer.upf.br/index.php/rtee/article/view/5357/3477>>. Acesso em: 10 abr. 2022.
3. BEZERRA, A. C. V.; SILVA, C. E. M.; SOARES, F. R. G.; SILVA, J. A. M. Fatores associados ao comportamento da população durante o isolamento social na pandemia de covid-19. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 1, p. 1-24, 2020.
4. MALTA, D. C. *et al.* A pandemia da COVID-19 e as mudanças no estilo de vida dos brasileiros adultos: um estudo transversal. **Epidemiologia e Serviços de Saude**, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/VkvxmKYhw9djmrNBzHsvrxr/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 10 abr. 2022.
5. NASCIMENTO, I. C. S; MAIA, A. J. R.; SANTOS, A. R. S.; MEL, G. C. V. **Mudanças comportamentais dos brasileiros no período da pandemia da covid-19**. 2020. Disponível em: <<https://engemausp.submissao.com.br/22/arquivos/115.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2022.
6. DUTRA, D. R. *et al.* O impacto da pandemia de covid-19 sobre o consumo, produção e exportação da carne de frango brasileira em 2020. **Docência, Pesquisa e Liderança em Zootecnia 2**, 2021.
7. BIZINOTO, G. B. G; CARVALHO, C. E. F.; VILA VERDE, D.; BUENO, J. B. Impactos produtivos e econômicos causados pela covid-19. **Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - Senar Goiás**, 2020.





8. ELIAS, L. P. Impactos da covid-19 sobre o setor de comércio no Brasil e em Santa Catarina. **Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense**, v. 9, n. 18, p. 3-6, 2020.
9. SCHNEIDER, S.; CASSOL, A.; LEONARDI, A.; MARINHO, M. M. Os efeitos da pandemia da covid-19 sobre o agronegócio e a alimentação. **Estudos Avançados**, n. 100, p. 167-188, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/kQdC7V3Fxm8WXzvmY5rR3SP#:~:text=As%20conclus%C3%B5es%20da%20an%C3%A1lise%20apontam,versus%20China%20amplie%20as%20exporta%C3%A7%C3%B5es>>. Acesso em: 20 abr. 2022.
10. MIELE, M. *et al.* Impacto da covid-19 sobre as cadeias produtivas de frangos de corte, ovos e suínos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Nota Técnica**, p. 1-7, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Impacto+da+Covid19+sobre+as+Cadeias+Produtivas+de+frangos+de+corte++ovos+e+su%C3%ADnos+>>>. Acesso em: 17 abr. 2022.
11. REZENDE, A. A.; MARCELINO, J. A.; MIYAJI, M. A reinvenção das vendas: as estratégias das empresas brasileiras para gerar receitas na pandemia de covid-19. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 2, n. 6, 2020. Disponível em: <<https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/113>>. Acesso em: 17 abr. 2022.
12. MONTEIRO, C.; FERRAZ, J.; GRIGOL, N.; MAZZINI, R.; CARVALHO, T. B. Especial coronavírus e o agronegócio. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**, p. 9, 2020. Disponível em: <<https://cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/especialcoronaviruseoagronegociovolume1.aspx#:~:text=Em%20geral%2C%20os%20setores%20mais,a%20t%C3%AAtil%2Dvestuarista%2C%20de%20cal%C3%A7ados>>. Acesso em: 15 abr. 2022.
13. SEGATA, J.; BECK, L.; MUCCILLO, L. A covid-19 e o capitalismo na carne. **Tessituras, Revista de Antropologia e Arqueologia**, v. 8, n. 1, 2020.



14. MALTA, D. C. *et al.* A pandemia de COVID-19 e mudanças nos estilos de vida dos adolescentes brasileiros. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, p. 1-13, 2021.
15. ROSA, C. O. *et al.* Características do mercado consumidor de carne de frango em um município de médio porte. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 17, p. 518, 2013. Disponível em: <<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3041>>. Acesso em: 13 abr. 2022.
16. PESSOA, R. M. S. Caracterização do consumidor de carne de frango e de ovos de aves de granja pela população do município de Olho d'Água/PB, Brasil. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 3, p. 2152-2164, 2020. Disponível em: <[https://diversitasjournal.com.br/diversitas\\_journal/article/view/1053#:~:text=Os%20consumidores%20no%20momento%20da,da%20casca%20branca%20\(72%25\)](https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1053#:~:text=Os%20consumidores%20no%20momento%20da,da%20casca%20branca%20(72%25))>. Acesso em: 13 abr. 2022.
17. AGUIAIS, E. G.; FIGUEIREDO, R. S. Correlação entre consumo de carne de frango e renda no Brasil (2002-2009). **Qualia: A Ciência Em Movimento**. v. 1, n. 1, p. 64-77, 2015.
18. TEIXEIRA, E. S. M.; TEIXEIRA, M. J. Importância da carne de frango brasileira no mercado mundial. In: XII Congresso de Logística das Faculdades de Tecnologia do Centro Paula Souza, 2021, Mogi das Cruzes. **Gestão da cadeia de suprimentos no agronegócio: desafios e oportunidades no contexto atual**, Mogi das Cruzes, 18 jun. 2021, p. 1-10. Disponível em: <<https://fateclog.com.br/anais/2021/94-86-1-RV.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2022.
19. SILVA, A. L.; BUENO, R.; ROCHA, A. M. O. Mercado da carne de frango no Brasil. **Revista Científica Eletrônica Tekhne e Logos**, v. 11, n. 1, 2020. Disponível em: <<http://revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/660>>. Acesso em: 18 abr. 2022.
20. MALAFAIA, G. C. Os impactos da covid-19 para a cadeia produtiva da carne bovina brasileira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Comunicado Técnico 154**, p. 3, 2020.



## **Elaboração de biscoitos com farinha oriunda do aproveitamento de talos e folhas de beterraba (*Beta vulgaris* L.)**

**Izabela Queiroz Silva<sup>1,\*</sup>; Pedro Garcia Pereira Silva<sup>1</sup>; Maiane Nunes Ferreira<sup>2</sup>; Mariele Geralda Miguel<sup>2</sup>**

**Resumo:** No processamento industrial da beterraba as folhas e os talos, normalmente são descartadas, ainda que tenham propriedades nutricionais relevantes. O aproveitamento integral de hortaliças além de enriquecer a dieta contribui também para minimizar o desperdício de alimentos. Alguns autores destacam a beterraba como uma das principais hortaliças ricas em ferro tanto em suas folhas quanto nos talos, além de possuírem sais minerais, como cálcio e fósforo e serem fonte de vitamina A, com potencial antioxidante. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver biscoitos adicionados de farinha de folhas e talos de beterraba em diferentes proporções, avaliando-se a composição nutricional e a preferência dos mesmos através do teste sensorial de ordenação. Para a produção da farinha utilizou-se temperaturas de até 100 °C e os biscoitos foram assados a 200 °C. Na avaliação sensorial foi realizado um teste de ordenação com 20 provadores não treinados no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí. Através da análise sensorial foi possível verificar qual das formulações desenvolvidas foi a mais aceitável pelos julgadores. Os resultados indicaram que a elaboração de biscoito adicionado de farinha de talos e folhas de beterraba é uma alternativa interessante para se evitar o descarte oriundos do processamento desta matéria-prima.

**Palavras-chave:** Alimento funcional. Preferência. Resíduo.

### **1. Introdução**

Nos últimos anos, com a ampliação das áreas agrícolas bem como dos avanços da biotecnologia, houve importante aumento das práticas agroindustriais aumentando o número de produtos do setor (1). Como consequência do crescimento da agricultura brasileira, a produção de subprodutos agroindustriais vem ganhando destaque. Sendo que além da crescente produção agrícola, produtos que antes eram comercializados *in natura* estão sendo transformados, intensificando a geração de resíduos (2).

De forma geral, coprodutos agroindustriais podem contribuir para o aumento de renda de algumas indústrias, pois além desses materiais apresentarem significativas

---

<sup>1</sup> Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal de Rio Grande – FURG.

<sup>2</sup> Departamento de Ciência de Alimentos, Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG

E-mail para a correspondência: [izabelaqs.eng@gmail.com](mailto:izabelaqs.eng@gmail.com)



quantidades de nutrientes, eles podem se tornar insumos no desenvolvimento de outros produtos (3). As alternativas de valorização e aproveitamento de subprodutos da agroindústria estão recebendo incentivo, visto que podem diminuir significativamente a poluição ambiental, além de reduzir os desperdícios de matérias primas e custos de produção (4).

Entre essas matérias-primas, a beterraba (*Beta vulgaris* L.), importante hortaliça cultivada no Brasil, teve sua produção maximizada nos últimos anos principalmente em função da comercialização de seus produtos minimamente processados. Dentre seus vários componentes de interesse nutricional pode-se destacar a presença de vitaminas A, B1, B2, B5 e C além de minerais como cálcio, ferro, potássio, sódio e zinco (5). Assim como as folhas de cenoura, as folhas de beterraba também são descartadas e podem apresentar propriedades benéficas (6, 7).

Uma das formas de se aproveitar os coprodutos gerados do processamento de alimentos é o desenvolvimento de novos produtos. Desta forma, os biscoitos são amplamente distribuídos e consumidos devido à quantidade elevada de sabores disponíveis, custo acessível para diversas classes e vida de prateleira prolongada. Entretanto, a busca por alimentos mais saudáveis e com algum apelo funcional vem fazendo com que a indústria alimentícia se adapte a estas mudanças e os biscoitos têm sido os principais alvos destas alterações de modo que suas composições se tornem mais nutritivas e atrativas (8). Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver biscoitos adicionados de farinha de folhas e talos de beterraba em diferentes proporções, avaliando-se a composição nutricional e a preferência dos mesmos.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Obtenção e higienização dos coprodutos agroindustriais**

Para a produção da farinha de beterraba foram utilizados o descarte de folhas e talos de beterraba do refeitório do IFMG-Campus Bambuí. O tratamento da biomassa foi realizado no setor de frutos e hortaliças do Instituto Federal de Minas Gerais em Bambuí-MG. As folhas e talos foram higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 150 ppm (v/v) durante 5 minutos, em sequência a solução foi drenada e os talos e folhas foram enxaguados e armazenados sob refrigeração até o processo de obtenção da farinha.



## 2.2 Obtenção da farinha de coprodutos de beterraba (FCB)

Para obtenção da FCB, as folhas e talos, já higienizadas e cortadas em arestas de 1 cm foram secas, inicialmente, à temperatura de 100 °C por 2 horas em estufa com circulação forçada de ar (Marconi, modelo MA037). Após esse período a temperatura foi reduzida gradativamente, em intervalos de 2 horas, para temperaturas de 80, 70, 60 e 50 °C, sucessivamente, até obtenção de peso constante. As folhas e talos foram trituradas por 10 minutos em liquidificador industrial (Skymesen, modelo LC10) e passados em peneira de mesh 35 (abertura de malha de 500 µm), a fim de se obter uma farinha com menor granulometria, conforme descrito por Baião et al. (6).

## 2.3 Elaboração do biscoito

As formulações utilizadas na elaboração dos biscoitos foram baseadas em receita familiar. A massa do biscoito foi enrolada e cortada no formato retangular com o auxílio de um molde de inox (4 x 4 cm) para que todos ficassem do mesmo tamanho. Após cortados os biscoitos foram dispostos em bandejas de alumínio retangular (35 x 35 cm) e assados em forno industrial (Rhomos, modelo RH F-300) a temperatura de 200 °C durante 20 minutos aproximadamente. Foram utilizadas formulações acrescidas da FCB 0,5% (A), 1,5% (B) e 3% (C). A composição completa de cada formulação de biscoito é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulações dos biscoitos adicionados com a farinha de resíduo de beterraba

Ingredientes	Formulações		
	A	B	C
Polvilho doce	52,5%	51,5%	50%
Farinha de folhas e talos de beterraba	0,5 %	1,5%	3%
Açúcar	18,6 %	18,6 %	18,6%
Margarina	12,4 %	12,4 %	12,4%
Ovos	7%	7%	7%
Fermento	0,7%	0,7%	0,7
Coco	8,3%	8,3%	8,3%

Fonte: Dos autores, 2022.





## **2.4 Teste Sensorial**

Foram produzidas três diferentes formulações de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de resíduo de beterraba, a fim de analisar a preferência do produto pelos julgadores. Realizou-se a adição de 0,5%; 1,5% e 3% de FCB em cada formulação de biscoito, respectivamente.

A análise sensorial foi realizada com estudantes e funcionários com idade entre 15 e 40 anos. As amostras foram servidas em bandejas descartáveis, identificados por códigos de três dígitos, dispostos aleatoriamente em cabines individuais. O teste foi aplicado entre as 9-10 horas da manhã no Laboratório de Análise Sensorial, do IFMG – Campus Bambuí. Cada provador recebeu 3 amostras codificadas consistindo dos três tratamentos descritos acima. Assim foi solicitado aos provadores que ordenassem as amostras em ordem decrescente em relação a preferência do produto para consumo.

## **2.5 Composição nutricional**

A composição nutricional foi realizada a partir da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (9) e das informações nutricionais apresentadas nos rótulos dos ingredientes.

## **2.6 Análise estatística**

Para verificar a diferença entre os totais de ordenação, os resultados foram submetidos ao Teste de Friedman utilizando a tabela de Newell e MacFarlane ( $p < 0,05$ ).

## **3. Resultados e Discussão**

### **3.1 Composição nutricional**

A composição nutricional das formulações A (0,5% FCB), B (1,5% de FCB) e C (3% de FCB) para uma porção de 50 gramas (cinco unidades) estão apresentadas nas tabelas 2, 3 e 4, respectivamente.

Pode-se observar que a adição de maiores concentrações de FCB aumentou o teor de fibras dos biscoitos. Segundo Ktenioudaki e Gallagher (10) quanto maior ingestão de fibra alimentar melhor será o controle dos níveis de glicose e colesterol no sangue, a proteção contra doenças cardiovasculares, além de regulação da função intestinal.



Tabela 2 - Composição nutricional da formulação A do biscoito adicionado de farinha de folhas e talos de beterraba

	<b>Quantidade em porção</b>	<b>% VD (*)</b>
Valor energético	117 Kcal=492 KJ	6%
Carboidratos	22,0 g	7%
Proteína	4,3 g	4%
Gorduras totais	4,5 g	5%
Gorduras saturadas	0,5 g	2%
Gorduras trans	Não contém	**
Fibra alimentar	1,3	5%
Sódio	18 mg	1%

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: (\*) % valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo de suas necessidades energéticas (\*\*) Valores diários não estabelecidos.

Tabela 3 - Composição nutricional da formulação B do biscoito adicionado de farinha de folhas e talos de beterraba.

	<b>Quantidade em porção</b>	<b>%VD (*)</b>
Valor energético	117 Kcal=492 KJ	6%
Carboidratos	22,0 g	7%
Proteína	4,3 g	4%
Gorduras totais	4,5 g	5%
Gorduras saturadas	0,5 g	2%
Gorduras trans	Não contém	**
Fibra alimentar	1,8	5%
Sódio	18 mg	1%

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: (\*) % valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo de suas necessidades energéticas (\*\*) Valores diários não estabelecidos

Tabela 4 - Composição nutricional da formulação C do biscoito adicionado de farinha de folhas e talos de beterraba.

	<b>Quantidade em porção</b>	<b>%VD (*)</b>
Valor energético	117 Kcal=492 KJ	6%
Carboidratos	22,0 g	7%
Proteína	4,3 g	4%
Gorduras totais	4,5 g	5%
Gorduras saturadas	0,5 g	2%
Gorduras trans	Não contém	**
Fibra alimentar	1,8	5%
Sódio	18 mg	1%

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: (\*) % valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo de suas necessidades energéticas (\*\*) Valores diários não estabelecidos



Além disto, os biscoitos contêm baixo teor de sódio. Estudos têm demonstrado que uma das principais causas de hipertensão está relacionada com uma maior ingestão de sódio dietético ao longo da vida adulta (11,12). Sendo assim a ingestão de um alimento rico em fibras e baixo em teor de sódio pode trazer benefícios à saúde.

### 3.2 Teste sensorial

Os resultados foram avaliados estatisticamente utilizando as tabelas de Newell e MacFarlane para o teste de ordenação, a qual define o valor das diferenças críticas entre os totais de ordenação ao nível de 5% (13). Os dados obtidos dos provadores em relação aos totais de preferências para cada amostra de biscoito são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado obtidos após somatório do total de cada amostra.

<b>Amostras</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Total</b>	32	40	48

Fonte: Dos autores, 2022.

Lengenda: A: amostra com 0,5%; B: amostra com 1,5%; C: amostra com 3%.

No que se refere a diferença dos totais de ordenação das amostras, percebe-se que o ao nível de significância de 5%, ambas as formulações não apresentam diferença significativas entre si quando avaliadas em pares (A-B e B-C). Apesar de que a amostra com adição de 3% apresentou intensidade deste atributo significativamente maior (Tabela 6).

Tabela 6 - Diferença entre totais de ordenação

	<b>A- 32</b>	<b>B-40</b>	<b>C-48</b>
A-32	-	8 ns	16*
B-40	-	-	8 ns
C-48	-	-	-

Fonte: Dos autores, 2022.

Lengenda: \*Significativo ao nível de 5%; ns: Não significativo a 5%.

Contudo, a amostra com concentração 3% apresentou diferença significativa em relação a amostra com 0,5%, devido a sua coloração mais forte e gosto característico resultante da adição de maior concentração de farinha de beterraba. Este resultado corrobora com a composição nutricional de ambos, pois apresentam diferença no conteúdo de fibra alimentar.



Simic et al. (14) ao avaliar a aceitabilidade de cookies com coprodutos de beterraba (15, 30 e 45%) verificou que maiores concentrações de coprodutos influenciam diretamente nos atributos cor e dureza dos biscoitos sendo perceptíveis aos consumidores e dessa forma, percebeu-se que a preferência dos consumidores estava alinhada a menor porcentagem de resíduo de beterraba na formulação.

#### 4. Conclusão

Analisando-se os resultados obtidos, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os totais de ordenação das formulações quando avaliadas em pares (A-B e B-C). Contudo, a formulação com 3% de farinha do coproduto de beterraba foi diferente significativamente da formulação com 0,5% em função da percepção dos julgadores quanto ao teor de fibra alimentar e componentes nutricionais. Desta forma, observa-se que a farinha feita com coprodutos de beterraba é uma fonte importante de nutrientes, compostos antioxidantes e fibras. Sendo que sua utilização para elaboração de novos produtos torna-se uma alternativa promissora para se evitar o descarte destes coprodutos.

#### Referências Bibliográficas

1. SUFFICIENCY, E. *et al.* Emerging biotechnological strategies for food waste management: A green leap towards achieving high-value products and environmental abatement. **Energy Nexus**, v. 6, p. 100077, 2022.
2. BHUJBAL, S.K. *et al.* Biotechnological potential of rumen microbiota for sustainable bioconversion of lignocellulosic waste to biofuels and value-added products. **Science of The Total Environment**, v. 814, p. 152773, 2022.
3. YUKESH, R.K. *et al.* Food waste valorization: Biofuels and value added product recovery. **Bioresource Technology Reports**. v. 11, p. 100524, 2020.
4. AILI HAMZAH, A.F. *et al.* Recent Updates on the Conversion of Pineapple Waste (Ananas comosus) to Value-Added Products, Future Perspectives and Challenges. **Agronomy**, v. 11, p. 2221, 2021.
5. SUTOR-ŚWIEŻY, K. *et al.* Dehydrogenation of Betacyanins in Heated Betalain-Rich



Extracts of Red Beet (*Beta vulgaris* L.). **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 3, p. 1245, 2022.

6. BAIÃO, D.D.S. *et al.* Polyphenols from Root, Tubercles and Grains Cropped in Brazil: Chemical and Nutritional Characterization and Their Effects on Human Health and Diseases. **Nutrients**, v. 9, n. 9, p. 1044, 2017.

7. MINAROVÍČOVÁ, L. *et al.* Qualitative Properties of Pasta Enriched with Celery Root and Sugar Beet By-Products. Food Technology and Economy, Engineering and Physical Properties. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 36, n. 1, p. 66–72, 2018.

8. INHWA HAN, CHUL-SEUNG LEE. Quality properties and bioactivities of American cookies with coffee extract residues. **LWT Food Science and Technology**, v. 151, p. 112173, 2021.

9. TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4 ed. Unicamp, São Paulo, 2011. Disponível em: < [https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf)>. Acesso em: 05 mai. 2022.

10. KTENIOUDAKI, A. & GALLAGHER, E. *et al.* Recent advances in the development of high-fibre baked products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 28, p. 4–14, 2012.

11. ANGELL SY. Emerging opportunities for monitoring the nutritional content of processed foods. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n. 2, p. 298-299, 2010.

12. BENJAMIN, E.J. *et al.* Heart disease and stroke statistics - 2018 update: A report from the American Heart Association. **Circulation**, v. 137, n. 12, p. 67-492, 2018.

13. DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996.

14. SIMIĆ, S. *et al.* The Influence of Extruded Sugar Beet Pulp on Cookies' Nutritional, Physical and Sensory Characteristics. **Sustainability**, v. 13, n. 9, p. 5317, 2021.





## **Pães tipo bisnaguinha elaborados com farinha de beterraba: quais são as características de embalagem ideais para sua comercialização?**

**Maria Izabel de Jesus Viana<sup>1</sup>; Lilian Karoline Souza Fernandes<sup>2</sup>; Tatiane Pereira da Silva<sup>2</sup>; Beatriz Megume Rodrigues Matsuki<sup>2</sup>; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira<sup>3</sup>; Juliana Pinto de Lima<sup>4</sup>; Claudia Regina Vieira\*<sup>4</sup>**

**Resumo:** Além dos fatores sensoriais de um alimento, quando há a necessidade de lançar um novo produto no mercado, um dos motivos primordiais para a sua aceitação pelo consumidor, é o *design* da sua embalagem, uma vez que este aspecto é o primeiro a entrar em contato com o indivíduo. O objetivo deste estudo foi analisar as características ideais para a elaboração de uma embalagem comercial para pães tipo bisnaguinha produzidos com farinha de beterraba. Inicialmente foram escolhidas as características para o desenvolvimento das embalagens, onde as informações nutricionais, imagens, nome da marca e frases de efeito foram apresentados igualmente em todas elas e, o único fator variável, foram as cores (amarela, verde e laranja). As embalagens foram elaboradas pelos autores utilizando o Microsoft Office PowerPoint®, Adobe Dimension® e Adobe Illustrator®. Após a elaboração das embalagens, montou-se os questionários de preferência, que foram aplicados nos formulários do Google, e distribuídos aleatoriamente através de e-mail e redes sociais. No teste de preferência a embalagem de cor amarela foi a mais votada e com ela foi realizado o teste aceitabilidade, onde participaram apenas consumidores que responderam o primeiro teste. A aceitabilidade para a maioria dos aspectos da embalagem desenvolvida para os pães tipo bisnaguinha elaborados com farinha de beterraba obteve valor maior que 80%, podendo então considerar um bom potencial para o mercado. Somente no quesito “nome da marca”, que a aprovação teve o resultado de 75,96%, o que deve ser levado em consideração e futuramente desenvolver um novo estudo para o nome da linha do produto.

**Palavras-chave:** Aceitabilidade. Desenvolvimento de novos produtos. Panificação.

### **Introdução**

O pão é colocado em uma posição importante na base alimentar, por ser rico em carboidratos, que é a nossa principal fonte de energia no dia a dia (1). Por ser um alimento macio e de fácil mastigação as bisnaguinhas tem grande consumo no café da manhã em hotéis, em merendas escolares e também em companhias aéreas. É um pão de crosta fina e com bastante miolo (2).

Usualmente a farinha de trigo é utilizada na elaboração da maior parte dos produtos de panificação, devido as suas propriedades tecnológicas, este ingrediente possui a capacidade de

---

1 Graduada em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

2 Acadêmicas do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas.

3 Técnica de Laboratório, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

4 Docentes do curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais.

\* E-mail para a correspondência: crvieira@ica.ufmg.br.



proporcionar características de qualidade no produto final (3). No entanto, por causa da facilidade e diversidade dos produtos de panificação, as suas formulações estão sendo modificadas com o intuito de enriquecê-los nutricionalmente (4).

A farinha de trigo pode ser substituída nos produtos de panificação de forma total ou de forma parcial, dependendo da finalidade desejada, algumas farinhas geralmente utilizadas são as de arroz, cevada, chia, farinha de coco, ervilha, banana, berinjela, entre outras. Para a escolha do tipo de farinha, deve-se levar em consideração os atributos desejados no produto final (5).

A farinha de beterraba possui valores superiores de proteínas e lipídeos se comparada com a farinha de trigo (6). Além disso, apresenta teor considerável de carboidratos, sendo fonte expressiva de fibra alimentar, podendo ser usada para aumentar a proporção de fibras em alimentos formulados (7).

Em um estudo realizado anteriormente (8), a substituição de 5% da farinha de trigo por farinha de beterraba na produção de pães tipo bisnaguinha proporcionou resultados positivos tanto nas análises físico-químicas, quanto nas sensoriais, pois a farinha de beterraba aumentou o valor nutricional do produto comparado com a formulação padrão, além de ter apresentado um bom índice de aceitabilidade indicando que o produto tem possibilidade de comercialização.

Para o lançamento comercial de um novo produto alimentício no mercado, além de considerar os seus atributos sensoriais, outro fator importante são as características da sua embalagem. Além da função de proteger, a embalagem é uma ferramenta importante para vender um produto e fazer sua propaganda, podendo influenciar o consumidor na decisão de compra do mesmo (9).

Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar as características ideais para a elaboração de uma embalagem comercial para pães tipo bisnaguinha produzidos com farinha de beterraba.

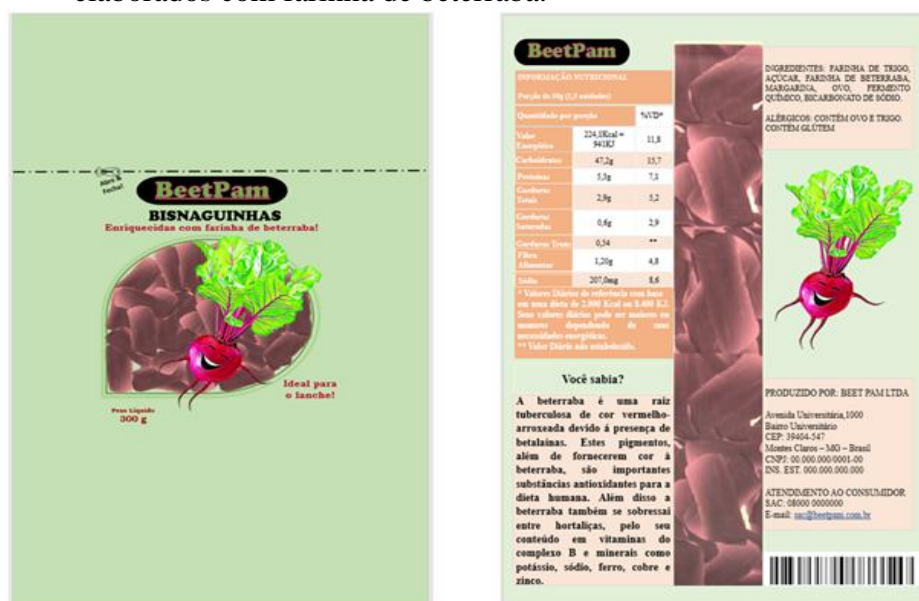
## **Material e Métodos**

Esta pesquisa foi dividida em duas etapas: teste de preferência entre três tipos diferentes de embalagens e teste de aceitação da embalagem escolhida. Para realização de ambas etapas da pesquisa, os participantes concordaram com o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), segundo o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG sob o número CAAE: 97454718.1.0000.5149.

Primeiramente foram escolhidas as características para o desenvolvimento das embalagens, onde definiu-se que as informações nutricionais, imagens, nome da marca e frases de efeito seriam

apresentados igualmente em todas elas e, o único fator variável, seriam as cores (laranja, verde e amarelo). O layout da embalagem (Figura 1) foi desenvolvido no programa Microsoft Office PowerPoint®, sendo posteriormente convertidos em imagens utilizando o Adobe Dimension e Adobe Illustrator® (Figura 2).

**Figura 1** - Imagem ilustrativa do layout utilizado para embalagem de pães tipo bisnaguinha elaborados com farinha de beterraba.



Fonte: Das autoras, 2022.

Nota: Layout utilizado para a parte da frente e do verso da embalagem

**Figura 2** - Imagens ilustrativas dos três modelos desenvolvidos para a embalagem de pães tipo bisnaguinha elaborados com farinha de beterraba



Fonte: Das autoras, 2022.

Nota: Da esquerda para direita: embalagem laranja, embalagem verde e embalagem amarela.

O teste de preferência (ordenação) foi realizado a partir das 3 embalagens de cores diferentes (laranja, verde e amarela), cada consumidor recebeu um questionário, avaliou as amostras simultaneamente e identificou a ordem de sua preferência (método 164/IV) conforme as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (10).

As embalagens foram codificadas e apresentadas de forma que eliminasse o efeito da ordem de apresentação. Assim foram elaborados seis formulários, cada um com uma sequência diferente



na apresentação das embalagens. Foram recolhidos os dados socioeconômicos, sobre o hábito de consumo de beterraba e qual embalagem os participantes preferiam. Os questionários foram aplicados no período de 12 a 17 de novembro de 2021, utilizando o formulário do Google.

Com o resultado da embalagem preferida, foi realizado o teste de aceitabilidade (método 165/IV), no período de 8 a 17 de dezembro de 2021, através de formulários elaborados no Google, onde participaram apenas consumidores que responderam o primeiro questionário. O teste de aceitação foi composto por escala hedônica de nove pontos, variando de “1 - desgostei extremamente” a “9 - gostei extremamente”, os atributos avaliados foram: cor, imagens, nome da marca, informações e aspecto global da embalagem. Também foi aplicado o teste de intenção de compra (método 167/IV) por meio da escala de cinco pontos, variando de “1 - decididamente não compraria” a “5 - decididamente compraria”. Ambos os testes foram realizados conforme as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (10). Também foi questionado aos participantes qual valor estariam dispostos a pagar pelo pão tipo bisnaguinha.

Os resultados para o teste de preferência foram obtidos através do cálculo de porcentagem para cada resposta, levando em consideração a quantidade de participantes e quantos deles escolheram cada resposta. O Índice de Aceitabilidade (I.A) foi calculado utilizando a seguinte expressão:  $IA (\%) = A \times 100/B$ , onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto (11).

## **Resultados e Discussão**

No teste de aceitabilidade, dos 129 participantes do estudo, 69% eram do gênero feminino e 31% do masculino. Dentre todos os participantes, 50% possuíam idade entre 18 e 30 anos, 32% tinham idade entre 31 e 50 anos e 18% com mais de 50 anos, se caracterizando como um público jovem. Cerca de 88% dos participantes afirmaram que tem o hábito de consumir beterraba, onde 27% afirmaram consumir pelo menos uma vez na semana, 26% consomem pelo menos uma vez a cada quinze dias, 17% menos de uma vez ao mês e somente 4% afirmaram consumir beterraba todos os dias.

Sobre observar as informações contidas na tabela nutricional dos produtos, 66% dos entrevistados afirmaram que tem o hábito de fazer a leitura, sendo que, dos que declararam observar, a maioria (86%) afirmaram saber interpretá-la. Ao perguntar sobre frases de efeito, 74% informaram preferência em frases ou informações adicionais que falem sobre o valor nutritivo do alimento.





Na preferência das embalagens, a de cor amarela foi escolhida por 52 participantes, 45 preferiram a de cor verde e 32 a de cor laranja. As cores como azul, amarelo e verde, são associadas com leveza, calma e transparência (12) e em estudo realizado (13), sobre os aspectos de embalagens de pão existentes no mercado brasileiro, foi observado que várias marcas utilizam dessas cores em embalagens de produtos que trazem ingredientes benéficos ao organismo ou que sejam integrais, portanto os consumidores já estão acostumados a associar essas cores a “produtos saudáveis”, o que pode ter influenciado para que a embalagem de cor amarela tenha sido a mais votada.

St Wang (14) produziu um modelo teórico para comprovar a importância das características visuais para as embalagens de alimentos e como esses aspectos influenciam na percepção dos consumidores sobre a qualidade, o valor e a preferência pelo produto ou marca. Para o autor, empresas alimentícias devem sempre focar nos atributos visuais de *design* como cores, imagens, gráfica, tamanho e fonte das letras usadas na embalagem. É através das impressões visuais causadas pela embalagem ao indivíduo, que irá fazer com que ele se aproxime ou afaste do produto (15). A embalagem produzida nesse estudo obteve índice de aceitação de 80,81%, mostrando um bom indicativo de aprovação.

A partir da embalagem definida foi feito o estudo de aceitabilidade, dentre os 129 participantes do primeiro questionário, apenas 56 responderam o segundo. Na (Tabela 1) estão apresentados os resultados médios para cada parâmetro avaliado e seus respectivos índices de aceitação.

O índice de aceitação para as cores presentes na embalagem foi de 81,01%, um dos comentários obtidos no estudo foi “Gostei muito da forma das cores”, afirmou um dos participantes. As cores utilizadas no desenvolvimento de uma embalagem são de grande importância, pois ela é um dos principais atributos responsáveis por despertar a atenção do consumidor para o produto, sendo que, além de atrair, deve preservar a atenção do mesmo. Portanto, a cor é um instrumento mercadológico essencial por ser um código de fácil acesso, superando até os obstáculos do idioma (16).

O aspecto com menor aceitabilidade foi o nome escolhido para a marca, “BeetPam”, cuja proposta partiu da combinação da palavra beterraba em inglês “Beet” e do prefixo “Pam” que faz a referência para panificação. Esta foi a questão mais comentada pelos participantes no estudo. A justificativa para desgostar de alguma forma do nome, foi decorrente da utilização da palavra em inglês. Alguns dos comentários foram: “Achei o nome da marca em inglês "Beet" não apropriado” e “Apenas disse que não gostava do nome por ser algo que remeta ao inglês. Prefiro produtos





nacionais com nomes em português”.

**Tabela 1** - Teste de aceitação da embalagem para pães tipo bisnaguinha elaborados com farinha de beterraba

Atributos	Média	Índice de aceitação
Impressão global	7,27	80,81
Cores	7,29	81,01
Nome da marca	6,84	75,96
Imagens	7,73	85,86
Frase "Ideal para o lanche"	7,98	88,69
Embalagem "Abre e Fecha"	8,62	95,76
Informações do "Você sabia?"	8,24	91,52
Intenção de compra	4,16	-

Fonte: Das autoras, 2022.

Legenda: <sup>1</sup> Escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9); <sup>2</sup> Escala de cinco pontos, variando de “decididamente não compraria” (1) a “decididamente compraria” (5); <sup>3</sup> IA (%) =  $A \times 100/B$ , onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto, para avaliação global.

Carvalho (17) estudou os empréstimos linguísticos utilizados em produtos, serviços e comércios do nosso país e observou que os termos em inglês são utilizados por fazer os brasileiros sentirem-se no poder político e econômico. Mas com os resultados obtidos no formulário, observa-se que atualmente há uma mudança nesse sentido e os consumidores estão buscando a valorização da língua portuguesa em marcas brasileiras.

As imagens presentes em embalagens também influenciam na escolha do produto. Nelson, Duff e Ahn (18) analisaram o entendimento de alunos na idade pré-escolar sobre a noção do quão saudáveis eram os lanches através das embalagens e descreveram que as crianças menores escolheram os produtos preferidos pela sua cor ou pelos personagens estampados. Já as crianças mais velhas iniciavam a escolha dos produtos a partir do gosto que eles possuíam, mas ao serem questionados sobre quais produtos os pais iriam preferir que eles consumissem, as crianças indicavam os que continham imagens de frutas ou vegetais. A utilização do desenho da beterraba teve 85,86% de aceitação, por ser um desenho com temática infantil, poderia facilitar a introdução do alimento nas dietas de crianças.

Um das propostas do estudo é o emprego do sistema “abre e fecha” na embalagem, que vem sendo usado cada vez mais, esse foi o atributo com maior aceitabilidade (95,76%). Em um



trabalho realizado (19) sobre influência da embalagem na decisão de compra de chocolates, 43% das pessoas afirmaram que trocariam a marca de costume por outra, somente por ela ter uma embalagem com essa funcionalidade. Os consumidores estão se importando com a facilidade de abrir o produto e poder conservá-lo na própria embalagem com um sistema apropriado de feixo. Um alimento que pode ser retampado tem seu *shelf life* (vida-de-prateleira) prolongado e traz a possibilidade de ser consumido em porções menores, proporcionando ao consumidor uma economia significativa (20).

As informações contidas no quadro “Você sabia?”, sobre a beterraba destacando suas principais funcionabilidades, seus micro e macro nutrientes, teve um ótimo índice de aprovação (91,52%). A presença de informações adicionais na embalagem do alimento reflete positivamente na intenção de compra do mesmo, mostrando que na atualidade os consumidores estão mais preocupados, esclarecendo suas dúvidas e sempre observando todas as informações contidas (21).

A escolha, compra e aceitação de alimentos pelo consumidor é um fenômeno complexo, influenciado por fatores relacionados com marketing, psicológicos e sensoriais (22). Segundo Goldman (23), para um produto superar a concorrência e atingir sucesso para a marca, este deve suprir as expectativas que o consumidor possui no que se refere à propagandas e elementos contidos na embalagem. Neste aspecto a intenção de compra dos pães pela análise sensorial da embalagem, obteve uma média de 4,16 (provavelmente compraria) e o valor estimado para o produto foi de R\$7,00.

## Conclusão

O estudo sensorial sobre embalagens é de grande importância antes da sua comercialização, levando em conta que este é o primeiro contato do consumidor com o produto. Na maioria dos aspectos analisados, a embalagem desenvolvida para os pães tipo bisnaguinha elaborados com farinha de beterraba apresentaram valores maiores que 80%, podendo então considerar um bom potencial para o mercado. Embora o quesito “nome da marca” tenha tido aprovação de 75,96%, os comentários apresentados por alguns consumidores devem ser levados em consideração e futuramente desenvolver um novo estudo para o nome da linha do produto.

## Referências Bibliográficas

1. CUNHA, L.F da.; **A importância de uma alimentação adequada na alimentação infantil**. 2014. Monografia de Especialização (Pós Graduação em Ensino de Ciências). Universidade



Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2014.

2. BIANCO, Carolina Ibelli *et al.*, Perfil Sensorial E Aceitabilidade De Pão Tipo Bisnaguinha Adquirido Na Cidade De Araras-Sp. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 33, n. 1, p. 1-13, 2015.

3. GALERA, J. **Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz (*Oryza sativa* L.) na produção de “sonho”**– estudo modelo. 2006.. Dissertação de mestrado (Pós Graduação em Ciência de Alimentos)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

4. GAYARDO, M.; COLLING, S. S.; ENSINA, T. C. S. **Desenvolvimento de pães bisnaguinhas com substituição de farinha de trigo por farinha de beterraba, isento de gordura hidrogenada com adição de estermid®**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2015.

5. QUEIROZ, A. M. *et al.* Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20. 2017.

6. CROCETTI, A. *et al.* Determinação da composição centesimal a partir de dois métodos de secagem para a produção da farinha de beterraba (*Beta vulgaris*, L. - Família *Amaranthaceae*). **Visão Acadêmica**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 22-35, 2017. ISSN 1518-8361. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/51359>>. Acesso em: 31 maio 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/acd.v17i4.51359>.

7. ARAÚJO FILHO, D. G. *et al.* Processamento de produto farináceo a partir de beterrabas submetidas à secagem estacionária. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 207-214, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.4885>>. Acesso em: 31 mai. 2022.

8. SILVA, E. E. E. **Utilização da Farinha de Beterrada e de Batata doce na Elaboração de Pão tipo Bisnaguinha**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros, 2019.

9. BOONE, L. E.; KURTZ, D.L. **Marketing contemporâneo**. Trad. Aline Neves Leite de Almeida et al. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1995.

10. INSTITUTO Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf)> Acesso em: 31 mai. 2022.

11. TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987.p.60.

12. FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. **Psicodinâmica das cores em comunicação**. São Paulo:Edgar Blucher, 2006.

13. RIBEIRO, S. S. K.. **Análise do processo de comunicação dos alimentos funcionais: um**



**estudo das embalagens de pães.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Pará, Pará, 2017.

14. ST WANG, E. The influence of visual packaging design on perceived food product quality, value, and brand preference. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 41, n. 10, p. 805-816, 2013.

15. ROSA, V.M. **O impacto das cores e das formas de embalagens de alimentos na experiência do usuário.** 2017. Dissertação de Mestrado (Pós Graduação em Design Nível Mestrado). Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Rio Grande do Sul, 2017.

16. NEGRÃO, C.; DE CAMARGO, E. P. **Design de embalagem-do marketing à produção.** São Paulo: Novatec Editora, 2008.

17. CARVALHO, N. **Empréstimos Linguísticos.** São Paulo: Ática, 1989.

18. NELSON, M. R.; DUFF, B. R. L; AHN, R. Visual perceptions of snack packages among preschool children. **Young Consumers**, v. 16, n. 4, p. 385-406, 2015.

19. ZAHRA, F. M.. **A influência da embalagem na decisão de compra do consumidor de chocolates na região de Curitiba.** 2012. Monografia para conclusão de curso ( Curso em Marketing). Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2012.

20. CAMPOS, H. C. M.; NANTES, J. F. D.. Embalagens convenientes: uma estratégia na diferenciação de produtos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 1999, Rio de Janeiro. . **Anais [...]**, Rio de Janeiro, UFScar; p. 10.

21. DANTAS, M. S. I. *et al.* Avaliação da intenção de compra de couve minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 762-767, 2005.

22. GUERRERO, L. *et al.* Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 5, p. 387-395, 2000.

23. GOLDMAN, A. Gaining the competitive edge: sensory science in the marketplace. **Cereal Foods World**, v. 39, n. 11, p. 822–825, 1994.



## Percepção dos consumidores sobre as características do queijo minas artesanal

**Maíra Otoni Silva<sup>1\*</sup>; Julia Silva Pinheiro<sup>2</sup>; Bruna Gabriela Siqueira Souza Sudré<sup>2</sup>; Ana Cláudia Silveira Alexandre<sup>2</sup>; Gabriela Aguiar Campolina<sup>2</sup>; Eliznara Fernandes Correia<sup>1</sup>; Paulo de Souza Costa Sobrinho<sup>1,2</sup>**

**Resumo:** O queijo para ser considerado artesanal, deve ser produzido a partir de leite de vaca cru, sem qualquer tratamento térmico devendo seguir processos tradicionais de processamento, porém, a elaboração do queijo processado se difere do queijo artesanal, uma vez que este é preparado com leite pasteurizado. A fabricação de queijos a partir de leite cru, apesar de ser tradicional, merece cuidados especiais devido à possibilidade de veiculação de micro-organismos patogênicos. Há consumidores que preferem queijos artesanais, consumidores que preferem queijos processados e há aqueles que consomem ambos. Considerando a necessidade de conhecer a percepção do consumidor, o presente trabalho teve por objetivo analisar a percepção dos consumidores frente ao consumo de queijos artesanais por meio de uma pesquisa de mercado do tipo exploratória. Foram aplicados questionários impressos de forma individual e presencial com 180 voluntários, maiores de 18 anos, abordadas na cidade de Diamantina, Minas Gerais. Os resultados mostram que o queijo faz parte da dieta da maioria do grupo estudado, porém, especificamente esse consumo frequente de queijo em geral não foi observado em relação o queijo artesanal, particularmente. No momento da compra, os três atributos de qualidade observados como de maior importância foram sabor, confiabilidade no produto e preço; atributos esses de aspectos de qualidade distintos: sensorial, segurança e econômico-social.

**Palavras-chave:** Consumo de queijo. Análise sensorial. Queijo minas artesanal. Comportamento do consumidor.

### Introdução

Queijos têm inúmeros significados para os mineiros, tanto que um deles tornou-se patrimônio intangível, materializado na história, na identidade e na cultura dos mineiros. Além, é claro, da dimensão econômica que alcança (1). O Queijo Minas Artesanal (QMA) é um alimento de tradição secular, sendo a atividade econômica de parcela significativa de agricultores familiares no Estado de Minas Gerais.

O QMA é o primogênito e a principal variedade de queijo artesanal produzidas em Minas Gerais. Para ser considerado artesanal, o queijo tem de ser produzido a partir de leite de vaca cru, sem qualquer tratamento térmico e deve seguir processos tradicionais de

---

<sup>1</sup>Laboratório de Higiene de Alimentos (LabHigia), Departamento de Nutrição, UFVJM.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM.

E-mail para a correspondência: maira.otoni@ufvjm.edu.br





processamento, como exemplo, o leite cru utilizado no processamento deve ser obtido, exclusivamente, na propriedade de origem do queijo, deve utilizar uma cultura iniciadora endógeno, coalho, salga a seco e ser submetido a um processo de maturação (2).

A fabricação de queijos a partir de leite cru, apesar de ser tradicional, merece cuidados especiais devido a possibilidade de veiculação de micro-organismos patogênicos. Em virtude dessa preocupação e com o intuito de garantir a inocuidade do queijo artesanal, o Instituto Mineiro de Agropecuária exige a maturação do queijo minas artesanal (3). O processo de maturação acontece sob influência de fatores ambientais e através da produção de ácidos orgânicos e enzimas pelo conjunto de bactérias naturalmente presentes no leite, que desempenham papel importante no processo de proteólise e lipólise, gerando compostos responsáveis por proporcionar sabor e textura característicos de cada queijo (4).

A elaboração do queijo processado se difere do queijo artesanal, uma vez que este é preparado com leite pasteurizado, em que se emprega calor ao leite com o objetivo de eliminar totalmente a flora microbiana patogênica, sem que haja alteração da constituição física, química e propriedades organolépticas do mesmo. Este processamento é empregado a fim de se obter padronização do produto quanto a uniformidade de sabor e redução da incidência de defeitos (5).

Um parâmetro importante no consumo de queijos é a forma em que são preparados. Há consumidores que preferem queijos artesanais, consumidores que preferem queijos processados e há aqueles que consomem ambos (6). Pesquisas realizadas comparando a aceitação de vários tipos de queijos artesanais e processados detectaram diferenças significativas no perfil sensorial e características físico-químicas. Tais diferenças são principalmente causadas por fermentos lácteos endógenos e conteúdo microbiano presente no leite utilizado na produção do queijo. Além disso, o sabor do queijo pode ser afetado pela desnaturação das proteínas durante o processo de pasteurização (7-9).

Além dos requisitos sensoriais, outros quesitos influenciam na escolha de queijo pelo consumidor, como a segurança do queijo produzido com leite cru, sendo tema de frequentes debates e vários estudos abordam os potenciais riscos do consumo desse tipo de queijo. Ao passo que outros estudos já demonstram que a pasteurização não é garantia de um queijo livre de riscos devido à possibilidade de contaminação pós-processamento (10, 11). Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar a percepção dos consumidores frente a características que influenciam o consumo de queijos artesanais por



meio de uma pesquisa de mercado do tipo exploratória, especialmente os aspectos sensoriais e de segurança.

## **Material e Métodos**

O estudo foi desenvolvido por meio da aplicação de um questionário impresso de forma individual e presencial no ano de 2018, com 180 entrevistados sendo esses maiores de 18 anos, abordadas na cidade de Diamantina, Minas Gerais. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (parecer nº 2.296.343).

O questionário foi elaborado com questões fechadas e não se exigiu a identificação do participante. Os participantes foram instruídos sobre a pesquisa antes da aplicação dos questionários, sem, no entanto, fornecer informações que influenciem o respondente.

As questões abordadas foram relacionadas à frequência de consumo de queijos em geral e de queijo artesanal, especificamente. Como também sobre a importância de características de qualidade do queijo que são observadas pelos consumidores, por exemplo, foi solicitado ao participante para ordenar a importância dos atributos observados no momento da compra do queijo artesanal: preço, sabor, segurança, marca, embalagem, alimento saudável e outros. Os dados foram tabulados e analisados por meio de estatística descritiva e teste de Qui-quadrado de Pearson, utilizando os softwares Microsoft® Excel® e Real Statistics Resource Pack software (Release 7.6) (12).

## **Resultados e Discussão**

Os 180 participantes tinham idade entre 18 e 56 anos, sendo que a maioria (65%) tinha idade abaixo de 25 anos e, aproximadamente um terço tinha idade entre 18 e 21 anos (Tabela 1). Pessoas com mais de 45 anos representaram 6,1% dos participantes. A maioria (70%) era do sexo feminino e cerca de 41% possuíam renda familiar de até dois salários-mínimos. A grande maioria (95,6%) dos participantes relataram que tem hábito de consumir queijo, sendo que 112 (62,3%) destes tem hábito de consumir queijo artesanal (Figura 1).

Cerca de um quinto dos participantes relataram consumir queijo todos os dias e quase 59% consomem queijo de 1 a 4 vezes por semana. Em contraponto, 7,8% relataram que raramente consomem queijos em geral. O retrato do consumo do queijo artesanal é diferente do consumo de queijo em geral. O percentual de participantes que raramente



consomem queijo artesanal foi de 41,8%, enquanto somente 9% o consome todo dia. Contudo, cerca de um terço dos participantes relataram um consumo semanal de queijo artesanal (Figura 1B).

Não há diferença na frequência de consumo de queijo entre homens e mulheres, entre as faixas etárias, como também entre as faixas de renda familiar ( $p > 0,05$ ), tanto para queijo artesanal quanto para queijos em geral.

Tabela 1. Características sociodemográficas dos participantes do estudo.

Variável	Quantidade	%
Faixa etária (anos)		
18 - 21	59	32,8
22 - 25	58	32,2
26 - 35	39	21,7
> 35	24	13,3
Sexo		
Feminino	126	70,0
Masculino	54	30,0
Renda familiar		
Até 1 salário-mínimo	26	15,4
1 a 2 salários-mínimos	43	25,4
2 a 6 salários-mínimos	64	37,9
Mais de 6 salários-mínimos	36	21,3

Fonte: Autores, 2022.

A Figura 2 apresenta a importância dada pelos participantes aos atributos de qualidade do queijo artesanal, considerando os diversos aspectos de qualidade percebida: Preço (refletindo o poder aquisitivo); Sabor (sensorial); Confiabilidade (segurança); Marca (valor do produtor/empresa); Embalagem (sensorial/apresentação visual); Saudável (nutrição) e outros atributos não relacionados aos anteriores.

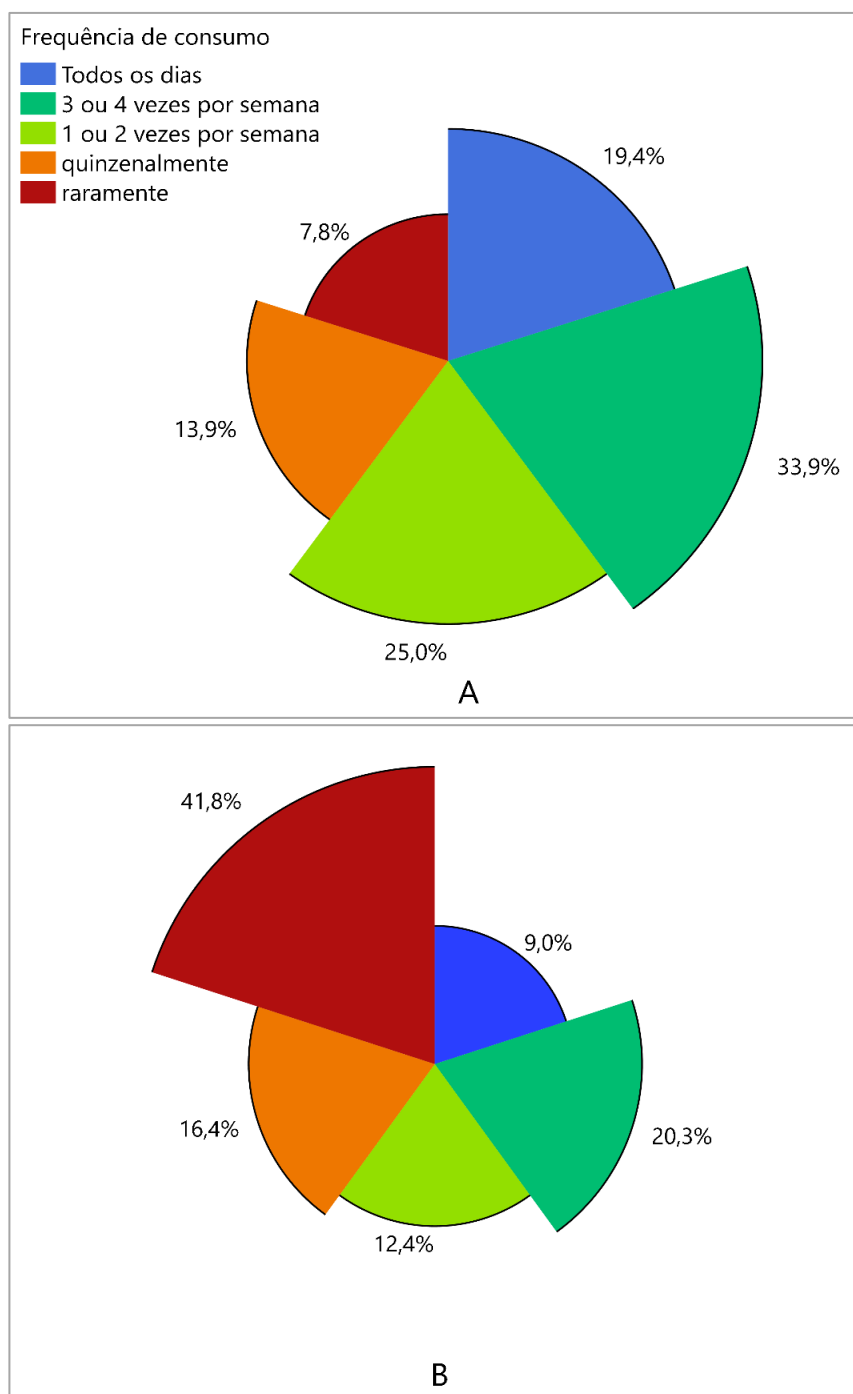
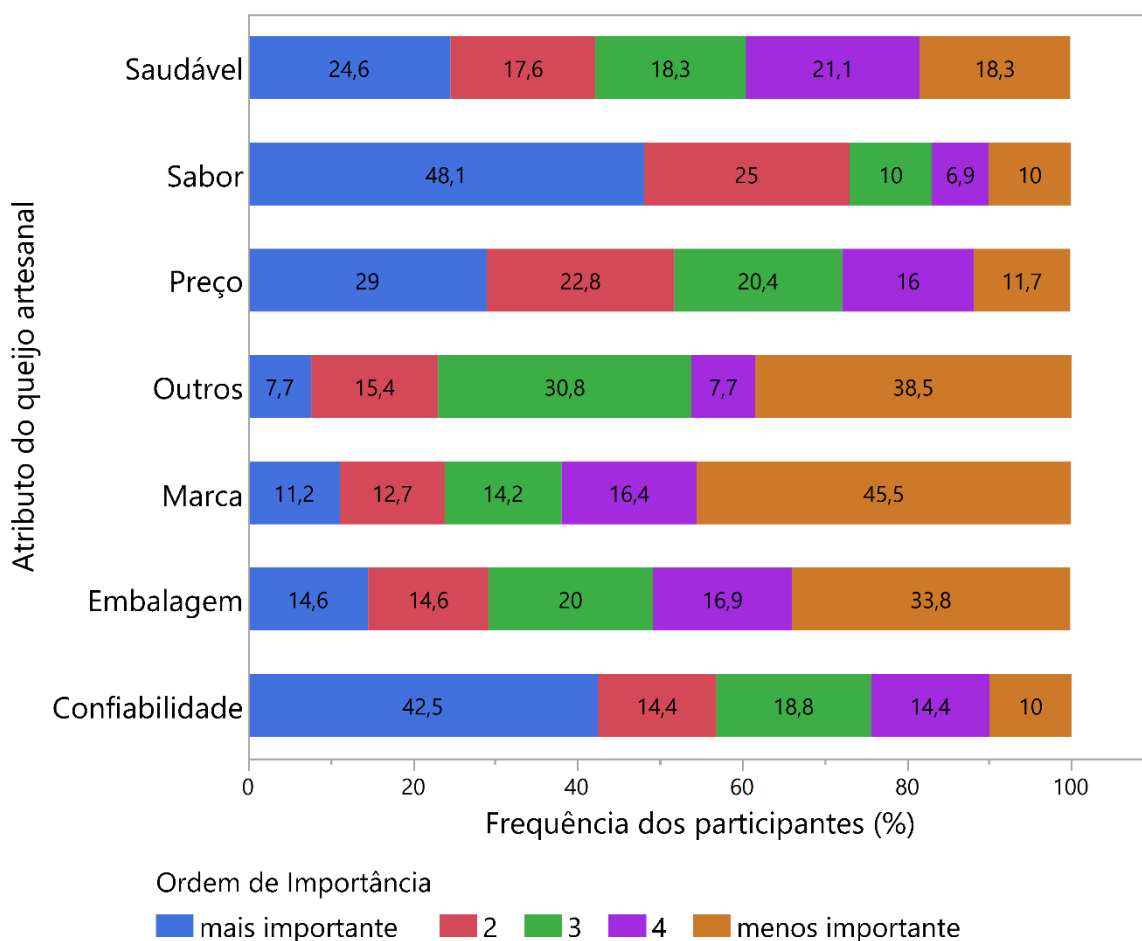


Figura 1. Frequência de consumo de queijos em geral (A) e de queijo artesanal (B).

O sabor e confiabilidade foram os atributos julgados de maior importância para a maioria dos participantes, sendo atribuído com o mais importante para 77 (48,1%) e 68 (42,5%) dos participantes, respectivamente. Cerca de 30% dos participantes consideraram o preço o atributo de maior importância, classificando-o como terceiro atributo de

importância. Considerando o valor médio de importância, os valores são 2,05; 2,35; 2,58; 2,91; 3,45; 3,71 e 3,74 para sabor, confiabilidade, preço, saudável, embalagem, outros e marca, respectivamente. Destaca-se o baixo percentual de participantes que identificaram outros atributos como de importância no momento da compra do queijo artesanal, com somente 14 participantes atribuindo algum grau de importância a outros atributos do queijo. A embalagem e a marca foram os atributos julgados de menor importância para 33,8 e 45,5% dos participantes, respectivamente.

Figura 2. Atributos observados no momento da compra de um queijo artesanal e sua importância



Fonte: Dos autores, 2022.

Considerando que um atributo sensorial (sabor) foi eleito como o mais importante por grande parte dos consumidores e, sabendo que o sabor do queijo artesanal difere consideravelmente entre produtores e entre regiões produtoras, foi solicitado aos participantes que ordenassem sua preferência do queijo artesanal em relação a região





produtora: Araxá, Canastra, Campo das Vertentes, Cerrado e Serro. Os escores médios de ordenação de preferência estão expressos na Tabela 2. Observa-se que o queijo do Serro foi o que de maior preferência comparado aos queijos artesanais das outras regiões, seguindo pelo queijo da região da Canastra. Os queijos das outras três regiões (Araxá, Cerrado e Campo das Vertentes) foram preferidos igualmente pelos participantes (Tabela 2). Uma possível explicação para maior preferência pelo queijo do Serro é pela maior proximidade com a região produtora e, portanto, mais oferta e exposição do queijo dessa região. Enquanto o queijo das regiões com menor preferência são distantes do local da pesquisa e, também, apresentam-se em menor disponibilidade de acesso no comércio da região de Diamantina, Minas Gerais.

Tabela 2. Escore de preferência de consumo de queijo artesanal conforme com a região de produção.

Região produtora do queijo artesanal	Escore de preferência* (média)
Serro	4,19 <sup>A</sup>
Canastra	3,32 <sup>B</sup>
Araxá	2,61 <sup>C</sup>
Cerrado	2,43 <sup>C</sup>
Campo das Vertentes	2,20 <sup>C</sup>

Fonte: Dos autores, 2022.

\*Escala de preferência: 5 = mais gosta; 1 = menos gosta

Médias não conectados pela mesma letra são significativamente diferentes

## Conclusão

Verificou-se que a grande maioria da amostra populacional estudada tem o queijo presente na dieta. Em contraponto, uma parte considerável do grupo estudado não tem o consumo habitual de queijo artesanal mesmo sendo um patrimônio mineiro, optando pelo consumo de outros tipos de queijos. Os atributos de qualidade de maior importância e frequentemente observados no momento da compra do queijo artesanal são de natureza distinta, sensorial (sabor), segurança (confiabilidade) no produto, seguido por atributo econômico (preço).



## Referências Bibliográficas

1. IPHAN. **Modo Artesanal de Fazer Queijo de Minas**. 2014. Disponível em: <[http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Dossie\\_Queijo\\_de\\_Minas\\_web.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Dossie_Queijo_de_Minas_web.pdf)>.
2. LIMA, M. de S. **Queijo minas artesanal**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2021.
3. MINAS GERAIS. **Portaria IMA nº 2051, de 07 de abril de 2021**. 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. 2021.
4. ARDÖ, Y. et al. Biochemistry of Cheese Ripening: Proteolysis. In: **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Fourth Edition**. [s.l.] Elsevier Inc., 2017. 1p. 445–482.
5. SILVEIRA P. R.; ABREU L. R. Rendimento e composição físico-química do queijo prato elaborado com leite pasteurizado pelo sistema HTST e injeção direta de vapor. **Ciênc. agrotec.** v. 27, n. 6, Lavras, 2003.
6. MURPHY, M.; COWAN C.; MEEHAN, H.; O'REILLY, S.. A conjoint analysis of Irish consumer preferences for farmhouse cheese. **Br. Food J.** v. 106, p. 288–300, 2004.
7. MURPHY, M.; COWAN, C.; MEEHAN, H. The Irish consumer's ideal farmhouse cheese. **Farm and Food**, v. 10, p. 21–22, 2000.
8. REHMAN, S.-U.; MCSWEENEY, P. L. H.; BANKS, J. M.; BRECHANY, E. Y.; MUIR, D. D.; FOX, P. F.. Ripening of Cheddar cheese made from blends of raw and pasteurized milk. **Int. Dairy J.**, v. 10, p. 33–44, 2000.
9. VAN LEUVEN, I.; VAN CAELENBERG, T.; DIRINCK, P. Aroma characterization of Gouda-type cheeses. **Int. Dairy J.**, v. 18, p. 790–800, 2008.
10. ROWE, M. T., DONAGHY, J. *Mycobacterium bovis*: The importance of milk and dairy products as a cause of human tuberculosis in the U.K. A review of taxonomy and



culture methods, with particular reference to artisan cheeses. **Int. J. Dairy Technol.**, v. 61, p.317–326, 2008.

11. RUDOL, M.; SCHERER, S. High incidence of *Listeria monocytogenes* in European red smear cheese. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 63, p. 91–98, 2001.

12. ZAIONTZ, C. (2020). Real Statistics Using Excel. Disponível em: <http://www.real-statistics.com>. Acesso em: 21 jun. 2021.

### **Agradecimentos**

Agradecemos imensamente aos participantes da pesquisa pela atenção, disponibilidade e boa vontade em responder, prontamente, o questionário.



## **Produção e avaliação das características de geleia de Sanky (*Corryocactus brevistylus*) adoçada com FOS**

**Corina Berrocal<sup>1\*</sup>; Victor Cespedes<sup>1</sup>; Stefano Inga<sup>1</sup>; Elizabeth Palacios<sup>1</sup>; Jannett Trujillo<sup>1</sup>; Daniel Vega<sup>1</sup>; Roberto Vega<sup>2</sup>**

**Resumo:** O Sanky (*Corryocactus brevistylus*) é uma fruta originária do Perú, da região de andina. Esse fruto é uma interessante fonte de vitamina C, entretanto, há pouca informação na literatura a respeito do efeito do processamento, a composição química e microbiológica de produtos elaborados a partir deste fruto. Sendo assim, foram determinados os parâmetros ótimos para a elaboração artesanal da geleia com adição de frutooligossacarídeos (FOS). A matéria-prima foi o Sanky coletado na cidade de Huancavelica e foram realizadas diversas análises do produto terminado. Nesse sentido, foram obtidos os seguintes resultados do produto final. Análises físico-química, pH: 3,7; graus Brix: 66°Brix; acidez titulável: 3,4 g de ácido cítrico/g; polifenóis: 38,2 mg de EAG/g. A capacidade antioxidante: 65,9 µg trolox/g. Fibra total: 03%. Açúcares redutores: 0,76 g/g. Quantificação de vitamina C: 44,1 mg/100g. Quantificação de cálcio (Ca) por absorção atômica: 0,54 mg/g; quantificação de potássio (K) por absorção atômica: 3,25 mg/g. Para as análises microbiológicas os resultados foram: contagem mesófilos aeróbicos < 10 UFC g<sup>-1</sup>, e ausência de patógenos. Nesse sentido torna-se possível a produção a grande escala de geleia de sanky como interessante fonte de vitamina C e Ca.

**Palavras-chave:** Frutooligossacarídeos. Prebióticos. Atividade antioxidante.

### **Introdução**

O sanky (*Corryocactus brevistylus*) é uma fruta endêmica do Perú, cresce especificamente na zona sul do país, na região andina, entre 2600 a 3500 msnm, particularmente nas cidades de Arequipa, Moquegua, Huancavelica e Tacna (1). A planta arbustiva da família das cactáceas e possui um fruto chamado Sanky (2). Como é ilustrado na Figura 1, a fruta é redonda, de cor verde-amarelo, variando de intensidade segundo o grau de maturação (3), no interior apresenta uma massa mucilaginosa de cor verde suave com sementes pretas dispersas na polpa (4).

---

<sup>1</sup>Discentes graduados da escola de Ciência de Alimentos. Departamento de Bioquímica de la facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

<sup>2</sup>Docente/pesquisador da escola de Ciência de Alimentos. Departamento de Bioquímica de la facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.  
E-mail para a correspondência: corina.berrocal11@.com

Figura 1 – Fruto Sanky.



Fonte: Libertyprim SAS, 2020.

Embora existam poucos estudos sobre o Sanky, as pesquisas na literatura reportam resultados promissórios para o uso desse fruto a nível industrial. Como foi reportado por Aquino e colaboradores, o extrato metanólico de sanky apresentou caráter antibacteriano *in vitro* contra *Staphylococcus aureus* e *Enterococcus faecalis* (5). Assim também, Nolazco caracterizou físico-quimicamente a polpa e casca do sanky rica em Vitamina C, potássio, fósforo, antocianidinas, entre outros, tornando-o um fruto com propriedades terapêuticas e funcionais para a sua aplicação na indústria dos alimentos (6). Não se tem conhecimento de produtos industrializados à base de sanky no Perú além de shampoo e néctares feitos artesanalmente na cidade de Huancavelica. Devido ao pouco conhecimento desse fruto a nível nacional, esses produtos têm pouca publicidade, gerando assim, pouca valorização pelo sanky (7).

Nas últimas décadas, as vem aumentando doenças que ocasionam distúrbios metabólicos relacionadas ao consumo de açúcar e alta ingestão de carboidratos. De fato, pesquisas da OMS considera esses distúrbios como epidêmicos em países industrializados. Nesse sentido, tem-se incrementado o interesse pelos adoçantes como alternativa, por seus benefícios na saúde (8).

Os frutooligossacarídeos (FOS) são uma mistura de oligossacarídeos, composta por glicose ligada a polímeros de cadeia curta de unidades de frutose, possui ligações glicosídicas de tipo  $\beta$  (2-1) ou  $\beta$  (2-6). Os FOS são prebióticos sintetizados a partir de sacarose utilizando enzimas fúngicas produzidas por *Aureobasidium sp.* ou *Aspergillus niger*. Também pode ser obtido por fontes naturais como a inulina (9). Diversos estudos sugerem que a suplementação de FOS está positivamente associada a um efeito anti-inflamatório e antioxidante, potencializando assim o sistema imunológico intestinal (10, 11, 12). Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi elaborar uma geleia de Sanky e adoçar ela





com FOS, além de avaliar as características físico-químicas e microbiológicas do produto final.

## **Material e Métodos**

A matéria-prima foi o Sanky (*Corryocactus brevistylus*), em estado de maturidade de verde-amarelo. A coleta foi feita na cidade de Huancavelica a 3000 msnm. Os frutos foram escolhidos, lavados e descascados manualmente.

A enzima utilizada para a reação de sínteses de FOS a partir de sacarose foi ROHAPECT<sup>®</sup> CM é uma preparação de enzimas pectinase fúngica de cepas clássicas selecionadas de *Aspergillus niger*.

### **Preparação da solução de FOS:**

Procedemos de acordo com a metodologia proposta por Vega (13). Primeiro foi preparada uma solução de sacarose com 0,8 g/mL a pH 5,5. Imediatamente após, a enzima ROHAPECT CM<sup>®</sup> foi adicionada para atingir a concentração de 0,7 uL/mL. A preparação foi colocada em banho-maria durante 6 horas a temperatura de  $52 \pm 1$  °C. Finalmente, a enzima foi inativada levando a solução a temperatura de ebulição (100 °C), em seguida foi armazenada na geladeira.

### **Preparação de geleia Sanky**

Para a preparação da geleia de sanky, são utilizados 200g de polpa a qual é cozida até atingir 12 °Bx. Logo depois, adicionamos a solução de FOS, em seguida, a amostra é graduada até que obter pH 3,7; atingido esse pH, os °Bx são medidos novamente para standardizar com o parâmetro estabelecido para geleias de acordo com o CODEX ALIMENTARIUS (65-68 °Bx). Para melhorar a consistência da geleia, foi necessário adicionar pectina até o ponto final fosse confirmado pelo teste de queda. O cozimento durou até que a amostra atingiu os 65 °Bx e pH 3,7. A geleia foi envasada em potes pequenos de vidro e tampa de metal. Cada pote contem 200 g de geleia. Os potes foram virados de cabeça para baixo por alguns minutos e depois armazenados num lugar seco.

### **Análises físico-químicas**



Foram utilizados os métodos padrão recomendados pela AOAC (14), para as análises de fibra total, açúcares redutores, vitamina C e acidez titulável.

### **Análises de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante**

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (15). Pesou-se 1 g de geleia e misturou-se num frasco com 10 mL de água, esta preparação é levada para centrifugar. Posteriormente retira-se 0,5 mL de sobrenadante, a qual é adicionado num tubo com 2,9 mL de Folin-Ciocalteu e NaCO<sub>3</sub> 20% (p/v). A solução foi colocada em banho-maria a 51 °C durante 5 minutos. As leituras das amostras foram realizadas a 760 nm com espectrofotômetro do Departamento de Instrumental Química da Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). O ácido gálico foi utilizado como padrão e os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (EAG) por grama de geleia (mg EAG/g).

A quantificação de poder antioxidante foi determinada pelo método capilar para captação de radical 2,2-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) de acordo com o procedimento estabelecido por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (16), com adaptações de Kim e colaboradores (17). Leituras de absorvância foram realizadas a 517 nm. Preparou-se uma curva padrão com Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2- ácido carboxílico) e os resultados foram expressos em TEAC (Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox) por g de geleia.

### **Quantificação de K e Ca**

Foi utilizado o método da Norma da União Européia UNE-EN 14082, determinação de oligoelementos por espectroscopia de absorção atômica, após obtenção de cinzas secas.

### **Análises microbiológica**

De acordo com o ICMSF. Microrganismos alimentares técnicas de análise microbiológica. Foram feitas as seguintes contagens: contagem de microrganismos aeróbicos mesófilos, contagem de fungos e leveduras, e contagem de patógenos especificamente *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (18). Para a contagem de aeróbicos mesófilos foi usado Ágar padrão para contagem (PCA) e solução salina peptonada 0,1%, as amostras foram incubadas a 36 ± 1 °C durante 48 horas. No caso da contagem de



fungos e bactérias, foram analisados em meio de cultura Ágar Batata Dextrose (ABD) com antitetraciclina 0,010 g/100 mL do meio, incubado a  $30 \pm 1$  °C durante 48 horas. A contagem de *Escherichia coli* foram utilizadas placas Petrifilm™ da marca 3M™ e as amostras foram incubadas a  $35 \pm 1$  °C durante 24 horas. Finalmente para a contagem de *Staphylococcus aureus* foi usado o Ágar Baird-Parker e foram incubadas as placas invertidas a  $36 \pm 1$  °C durante 48 horas. Os resultados obtidos foram expressos em Unidades Formadoras de Colônia (UFC g<sup>-1</sup>).

## Resultados e Discussão

A quantidade de fibra total na geleia de sanky adoçada com FOS foi 0,3%. Há trabalhos anteriores similares para serem comparados com os demais parâmetros, mas existem pesquisas reportando a fibra no fruto *in natura*. Por exemplo, Céspedes e Cary obtiveram 1,7% de fibra total em sumo de sanky (19). Isso indica que o nosso produto contém um teor muito menor de fibra total 0,3%, apesar de ter sido feita com a parte fibrosa da fruta, sendo esta última a que contém a maior proporção de fibra alimentar.

Os FOS são constituídos por uma cadeia de mais 5 frutooligossacarídeos, com uma molécula inicial de glicose que lhe confere um poder adoçante. Porém, ao mesmo tempo, fornece um número de calorias inferior à própria sacarose, sendo uma contribuição para o corpo humano que requer doçura e precisa de variantes da sacarose. Com relação ao análises dos açúcares redutores na amostra de geleia, foi obtido 0,76 g/g, o que indica uma correta hidrólise da sacarose e formação de frutooligossacarídeos (cadeia glicose e frutose), que atualmente são considerados prebióticos para os humanos.

Quanto à quantificação da Vitamina C, obteve-se um valor de 44,1 mg/100 g, isso deve-se ao processo térmico de longa duração que foi submetido, típico da preparação de uma geleia. Resultado similar ao obtido por Vilchez ( $33,9 \pm 0,64$  mg/100 mL) no suco do fruto (20). A acidez do nosso produto é expressa em percentagem de ácido cítrico contido na geleia. Na geleia de sanky, obteve-se 3,4% de ácido cítrico. Segundo a FAO no capítulo sobre compotas, geleias, xaropes, doces e conservas, indica que o ácido adicionado não representa mais de 1 % da mistura total, da mesma forma, diferentes literaturas indicam algo semelhante com relação a esse valor. No entanto, na geleia de sanky nunca foi adicionado ácido, pelo contrário, foi adicionado fosfato tricálcico para neutralizar a acidez. A matéria prima é aquela que contém uma grande quantidade de ácido cítrico, entre 2-3g, armazenada



à temperatura ambiente (5), o que é verificável quando se realiza a análises organoléptica da fruta. Nesse sentido, a geleia de sanky é uma interessante fonte natural de ácido cítrico, e lhe confere estabilidade à pectina da polpa (21), material essencial na preparação de geleias consistentes e com boa aparência.

O teor de polifenóis totais obtido da geleia foi de 38,2 mg EAG/g. Tal e como descreve Quiñonez (22), obtiveram como valor máximo 21,7 mg GAE/g de extrato do sanky, ao qual os resultados do presente trabalho se aproximou. Segundo o estudo de Marquina e colaboradores (23), a transformação da polpa de goiaba em geleia, reduziu o teor de polifenóis totais presentes na polpa por um fator maior que 5. Assim, o fruto da goiaba contém 103,6 mg EAG/g casca, enquanto na geleia de goiaba obtiveram 14,7 mg EAG/g geleia, observa-se que a geleia feita de sanky preserva os polifenóis em uma diferença favorável em relação à geleia de goiaba. Reitera-se então, embora, os polifenóis sejam antioxidantes benéficos para a saúde humana, eles não foram avaliados em tabelas de composição de alimentos peruanos e por isso esperamos contribuir com o estudo da geleia e futuramente analisar o fruto.

Na análise de atividade antioxidante obtivemos como resultado 65,9  $\mu\text{g}$  trolox/g. Atualmente só existem estudos que determinaram a atividade antioxidante no sanky como fruto. Segundo Matos e colaboradores reportaram 439,11  $\mu\text{g}$  trolox/g (24). Similar ao reportado por Nolazco (474,8  $\mu\text{g}$  trolox/g polpa) (6). Nosso resultado é consideravelmente menor e pode ser devido ao tratamento térmico no processo de preparação da geleia. Embora a atividade antioxidante tenha diminuído, representa um valor ainda alto comparado com outras frutas da mata atlântica brasileira, como por exemplo, o cambuci que, segundo Leme e colaboradores, apresentou 61,86  $\mu\text{g}$  de Trolox/g fruto (25).

Nas análises de determinação de Ca e K, obtivemos por resultado 0,54 mg/g geleia e 3,25 mg/g geleia respectivamente. A geleia de sanky é uma ótima fonte de Ca e K. Segundo às tabelas peruanas de composição de alimentos (26), alguns frutos com alto conteúdo de Ca como por exemplo, manga (0,39 mg/g) e kiwi (0,51 mg/g), comparado com a nossa geleia apresenta resultados similares. Já o valor de K da geleia apresentou um valor similar ao conteúdo de K da banana (3,88 mg/g), que é uma das frutas com maior conteúdo de K na natureza.

Em quanto aos análises microbiológicos do produto final, a quantidade de mesófilos, fungos e leveduras foi inferior a 10 UFC/g, o resultado obtido está dentro do estabelecido



conforme Decreto Supremo n° 007-98-AS da Norma Técnica Peruana (NTP). Assim também, não houve presença de bactérias patogênicas como *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, representando assim, um produto seguro para o consumo humano.

### **Conclusão**

A geleia sanky (*Corryocactus brevistylus*) apresenta característica prebiótica devido à sua elaboração com xarope frutooligossacarídeos. É um produto que possui grande aporte de fibra, potássio e cálcio. Assim, a preparação de geleia torna atrativo e da mais uma alternativa para o uso e revalorização do sanky.

### **Referências Bibliográficas**

1. CONTRERAS-LÓPEZ, E; MIYASHIRO, K. V; PORRAS, C. J; MUÑOZ, A. M; RAMOS-ESCUADERO, F; PORTUGUEZ-MAURTUA, M; YULI-POSADAS, R; GARAYAR-TASAYCO, H. Sanky (*Corryocactus brevistylus*) Peel as Low-Cost Adsorbent for Removal of Phosphate from Aqueous Solutions. *Sustainability*. v. 13, 2021.
2. ARAKAKI, M; OSTOLAZA, C; CACERES, F; ROQUE, J. Cactaceae endémicas del Perú. *Revista. Peruana de Biología*. v. 13, p. 193–219, 2006.
3. EVANGELISTA, G. W; RIVAS, M. J. R. **Efecto de los edulcorantes (sucralosa y stevia) sobre las características sensoriales de una bebida à base de sanky (*corryocactus brevistylus*)**. 2015. 135 f. Tese (Graduação em engenharia de Alimentos) – Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, Universidad Nacional del Callao, Lima, 2015.
4. LIPE, C. C. R; **Efecto hepatoprotector del zumo del fruto de *Corryocactus brevistylus* (Sanky) en ratones con daño hepático inducido por etanol**. 2016. 62 f. Tese (Graduação em nutrição) – Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2016.
5. AQUINO O. R. *et al.* Antibacterial Activity of *Corryocactus brevistylus* (Sanky) Methanol Extract Against *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis*. **International Journal of Infectious Diseases**. v. 116, p. 58, 2022.





6. NOLAZCO, C. D; GUEVARA, P. A. Estudio de las principales características físicoquímicas y comportamiento del Sanqui (*Corryocactus brevistylus subsp. puquiensis* (Rauh & Backeberg) Ostolaza) en almacenamiento. **Anales científicos UNALM.** v. 70, n 4, 2009.
7. CONDOR, Q. E. L; **Relación de la oferta y demanda en el agronegocio del sanky (*corryocactus brevistylus*) en la región de huancavelica.** 2022. 132 f. Tese (Mestre em Ciência de engenharia) – Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2022.
8. CAROCHO, M; MORALES, P; FERREIRA, C. F. R. I. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. **Food and Chemical Toxicology.** v. 107, p. 302 – 317, 2017.
9. RIBEIRO, J. A; DOS SANTOS, P. E; DE OLIVEIRA, R. C; RADUNZ, M; CAMARGO, M. T; CONCENÇO, G. R. F. I; CANTILLANO, F. R. F; FIORENTINI, A. M; NORA, L. Application of prebiotics in apple products and potential health benefits. **Journal of Food Science and Technology.** v. 59, p. 1249–1262, 2022.
10. COSTA, G. T; VASCONCELOS, Q. D. J. S; ABREU, G. C; ALBUQUERQUE, A. O; VILAR, J. L; ARAGÃO, G. F. Systematic review of the ingestion of fructooligosaccharides on the absorption of minerals and trace elements versus control groups. **Clinical Nutrition Espen.** v. 41, p. 68 – 76, 2021.
11. PIMENTEL, C. T; DE ASSIS, T. B. B; ROCHA, S. C; MARCOLINO, A. V; ROSSET, M; MAGNANI, M. Prebiotics in non-dairy products: Technological and physiological functionality, challenges, and perspectives. **Food Bioscience.** v. 46, 2022.
12. DE SOUZA, A. R; SCHMIELE, M. Custard apple puree, fructooligosaccharide and soy protein hydrolysate as alternative ingredients in low carb pound cake. **Journal of Food Science and Technology.** v. 58, p. 3632–3644, 2021.
13. VEGA, R; ZÚNIGA-HANSEN. Enzymatic synthesis of fructooligosaccharides with high 1-kestose concentrations using response surface methodology. **Bioresource Technology.** V. 102, p. 10180-10186, 2011.



14. AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18th. Edition. Gaithersburg, Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists; 2005.
15. WATHERHOUSE, A. Determination of total phenolics. **Curr Prot Food Anal Chem**. v. 6, n. 1, p. 1.1.1-I1.1.8, 2002.
16. Brand-Williams, B; Cuvelier, M. E; Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**. v. 28, p. 25 – 30, 1995.
17. Kim, D; Lee, K. W; Lee, H. J; Lee, C.Y. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v. 50, n. 13, 2002.
18. ICMSF. **Microorganisms in Foods 7**. Microbiological Testing in Food Safety Management. Ed, 2. Acribia. Zaragoza; 2018.
19. CÉSPEDES, S. Y; CARY, A. **Liofilización, determinación del contenido de vitamina C y yodo e índice de consumo de dos variedades de sancayo (*Corryocactus brevistylus* y *puquiensis*)**. 1998. Tese (graduação em nutrição) – Universidad Nacional de san Agustín. Arequipa, Perú, 1998.
20. VILCHEZ, P. C. R. **Capacidad antioxidante, contenido fenólico y vitamina C del fruto del *Corryocactus brevistylus* (sancayo)**. 2022. 71 f. Tese (Graduação em nutrição) – Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2022.
21. BELLO, G. J; **Ciencia Bromatológica: principios generales de los alimentos**. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, 2000.
22. QUISPE, Q. S. **Caracterización y determinación del contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del fruto de sanke (*Corryocactus brevistylus*)**. 2017. 68 f. Tese (Graduação em engenharia industrial). Facultad de Ciencias agrarias, Universidad Nacional de Huancavelica, Acobamba. 2017.
23. MARQUINA, V; ARAUJO. L; RODRÍGUEZ-MALAVÉ. A. Composition and antioxidant capacity of the guava (*Psidium guajava* L.) fruit, pulp and jam. **Arch. latinoam. nutr.** v. 58, n. 1, p. 98-102, 2008.



24. MATOS, A; PAREDES, J; GONZÁLEZ, L. Determinación de la Capacidad Antioxidante de los Compuestos Fenólicos del Sancayo (*Corryocactus brevistylus*). **Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos**. v. 1, 2010.

25. CASTELUCCI, A. C. L; SILVA, P. P. M. DA; SPOTO, M. H. F. Bioactive compounds and in vitro antioxidant activity of pulps from fruits from the Brazilian atlantic forest. **Acta Scientiarum. Technology**. v. 42, 2019.



## **Avaliação da rotulagem de biscoitos comercializados na cidade de Sete Lagoas, MG**

**Amanda Nayara Abreu Silva<sup>1\*</sup>; Isabella Maciel Costa<sup>1</sup>, Layla Talita de Oliveira Alves<sup>1</sup>; Lucilene Rezende Anastácio<sup>2</sup>**

**Resumo:** Os rótulos dos alimentos devem trazer informações claras e que possibilitem uma escolha consciente pelo consumidor. Os biscoitos são alimentos amplamente consumidos no Brasil e representam papel relevante na alimentação de todos os níveis sociais, atingindo vários segmentos populacionais por serem produtos de baixo custo e prontos para o consumo, além da disponibilidade com diversos sabores, maior tempo de vida útil e sem maiores exigências para condições no armazenamento. Contudo, podem representar uma importante fonte para reações alérgicas, tanto por suas propriedades, quanto por contaminação cruzada. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a rotulagem de biscoitos comerciais e verificar a adequação de acordo com as legislações vigentes no país. Foram avaliadas marcas diferentes de biscoitos industrializados disponíveis em um supermercado de Sete Lagoas (MG) no mês de janeiro de 2022. Para coleta de dados e análise da adequação, foi desenvolvido um *checklist* baseado nos critérios estabelecidos pelas legislações de rotulagem. Dos produtos avaliados, pôde-se observar que todos estavam conformes no que se refere aos alérgenos e apenas 23% apresentaram não conformidades em outros pontos analisados, sendo eles: “informação nutricional” em caixa alta e negrito; aditivos declarados após os ingredientes principais, constando a função principal e seu nome completo ou número INS; o valor e as unidades da porção e da medida caseira em maior destaque do que o resto da informação nutricional (negrito) e o arredondamento das casas decimais na tabela nutricional.

**Palavras-chave:** Adequação. Legislação. Rótulo. Panificação.

### **Introdução**

De acordo com a RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002, a rotulagem é definida como “toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo, litografada ou colada sobre a embalagem do alimento” (1). As informações presentes nos rótulos dos alimentos devem ser claras, fidedignas, não devem induzir o consumidor a erro ou engano e devem garantir informações

---

<sup>1</sup>Discente, Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>2</sup>Docente, Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais.

E-mail para a correspondência: amandaengalim@gmail.com



nutricionais suficientes para que se possa fazer uma escolha consciente (1, 2). Ainda, para evitar confusão de entendimento pelos consumidores, deve-se precaver o uso excessivo de propagandas, a aplicação de linguagem técnica/abreviaturas/siglas, bem como minimizar a falha na explicitação dos ingredientes alergênicos a grupos populacionais específicos (3).

Os biscoitos representam papel relevante na alimentação de todos os níveis sociais por serem produtos de baixo custo, práticos e prontos para consumo, podendo oferecer qualidade nutricional e tempo longo de prateleira (3). Dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas, Pães e Bolos Industrializados – ABIMAPI referente ao ano de 2020 apontaram que a indústria de biscoitos atingiu R\$ 20 bilhões e 1,5 milhão de toneladas de produtos, aumento de 6% em faturamento e 2% em volume de vendas na comparação com 2019 (R\$ 18,9 bilhões e 1,49 milhão de toneladas), respectivamente, mesmo com a perda de ocasiões de consumo essenciais durante a pandemia (4).

É possível encontrar no mercado uma vasta linha de biscoitos diferenciados pela tecnologia de fabricação (4). De acordo com a ABIMAPI, pode-se contar com uma variedade composta por mais de 200 tipos de biscoitos, com diferentes formulações sendo os principais classificados como: recheado; cream cracker/ água e sal; tortinha/ goiabinha; seco/ doce; maisena/ maria; salgados; wafer; rosquinhas; cookie; misturado; coberto; champagne; polvilho e importado (4).

O Sindicato da Indústria de Massas Alimentícias e Biscoitos no Estado de São Paulo analisou o perfil do consumidor de biscoitos no mercado brasileiro e concluiu que crianças e idosos são os principais consumidores (5). Biscoitos são alimentos amplamente consumidos no Brasil, prontos para o consumo e sem necessidade de armazenamento refrigerado, atingindo vários segmentos populacionais. Contudo, deve-se destacar também que esse mesmo alimento com tantas representações comerciais pode se caracterizar como fontes de alimentos alergênicos, tanto por conter alérgenos como ingredientes, quanto por contaminação cruzada (5). Considerando esse contexto, se justifica a escolha do biscoito como produto alimentício no presente estudo.

Considerando que a população precisa se sentir segura ao consumir o produto, a Lei nº 8078/1990 (6), do Código de Defesa do Consumidor, preconiza a importância do consumidor ao acesso a informações acerca dos riscos que os produtos podem apresentar. Isso pode ser exemplificado com a obrigatoriedade da declaração “contém glúten” ou “não contém glúten”, que já existe desde a Lei Federal nº 10.674/2003 (7), que permite que





pessoas com restrição ao glúten façam escolhas mais assertivas quanto ao consumo de produtos alimentícios comercializados.

Os alérgenos alimentares são proteínas, incluindo proteínas modificadas e frações proteicas, derivadas dos principais alimentos que causam alergias alimentares, e são responsáveis pelo desencadeamento de respostas imunológicas. O termo “alergia alimentar” é usado para descrever reações adversas reprodutíveis, mediadas por mecanismos imunológicos específicos que ocorrem em indivíduos sensíveis após o consumo de determinado alimento. Podem manifestar-se na pele, nos sistemas gastrointestinal e respiratório, e as reações podem ser simples ou graves, comprometendo o funcionamento de vários órgãos, como a reação anafilática (8, 9).

Visando atender às diversas demandas desse público, foi de suma importância a regulamentação da rotulagem de alergênicos no Brasil. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou em 2015 a RDC nº 26 que dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. Esta foi construída com a colaboração da sociedade civil enfatizando a prevenção do dano à saúde da população (8, 9).

A única alternativa disponível para prevenir o aparecimento das complicações clínicas desencadeadas por reações alérgicas advindas dos alimentos é restringindo o seu consumo (10). Desta forma, o acesso às informações adequadas sobre a presença de constituintes alergênicos nos alimentos é essencial para proteger a saúde de indivíduos com alergias alimentares, uma vez que a rotulagem, neste caso, é a principal via de comunicação entre a indústria e o consumidor (11). Assim, o acesso às informações corretas e claras é imprescindível para o gerenciamento do risco de alergias.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a rotulagem nutricional de biscoitos comercializados na cidade de Sete lagoas - Minas Gerais (MG), considerando as legislações vigentes do Brasil

## **Material e Métodos**

O presente trabalho trata-se de um estudo observacional descritivo de avaliação da rotulagem de biscoitos. A coleta de dados foi realizada entre 22 e 29 de janeiro de 2022 em um supermercado da cidade de Sete Lagoas, Minas Gerais. O estabelecimento foi visitado e na seção de biscoitos foram identificadas e avaliadas diferentes marcas do produto.



Foram avaliados 42 rótulos de biscoitos nas categorias doces e salgados, sendo que a variedade de marcas e o número de produtos verificados nas categorias mencionadas foi de acordo com a disponibilidade no supermercado. Dentre os rótulos analisados, 18 foram de biscoitos salgados e 24 de biscoitos doces.

As regulamentações utilizadas para a avaliação dos rótulos foram: Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 (1), Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003 (7), RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (12), RDC nº 26, de 02 de julho de 2015 (8), RDC nº 136, de 8 de fevereiro de 2017 (11). Para coleta de dados e análise da adequação, foi desenvolvido um checklist baseado nos critérios estabelecidos por essas legislações que pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Checklist para avaliação da rotulagem de biscoitos comercializados na cidade de Sete Lagoas, MG

Itens verificados	Conformidade		
	C*	NC*	NA*
<b>Lista de ingredientes</b>			
Deve constar no rótulo precedida da expressão "ingredientes" ou "ingr.:"			
Os aditivos devem ser declarados após os ingredientes principais, constando função principal e seu nome completo ou número INS			
<b>Glúten</b>			
Deve conter " <b>CONTÉM GLÚTEN</b> " ou " <b>NÃO CONTÉM GLÚTEN</b> ", conforme o caso			
<b>Alergênicos</b>			
Caso tenha ingredientes listados como alergênicos deve trazer a declaração " <b>ALÉRGICOS: CONTÉM...</b> ", " <b>ALÉRGICOS: CONTÉM DERIVADOS DE...</b> ", " <b>ALÉRGICOS: CONTÉM ... E DERIVADOS</b> " ou " <b>ALÉRGICOS: PODE CONTER...</b> "			
Caixa alta e negrito, altura mínima de 2mm, cor contrastante com o rótulo e nunca inferior à altura da letra utilizada na lista de ingredientes. Logo após ou abaixo da lista de ingredientes. Declaração dos ingredientes alergênicos não descritos em local			



encoberto, de difícil visualização e/ou no lacre/torção da embalagem.			
<b>Lactose</b>			
Apresenta a expressão “ <b>CONTÉM LACTOSE</b> ” imediatamente após ou abaixo da lista de ingredientes com caracteres legíveis, em caixa alta, negrito, cor contrastante com o fundo do rótulo e altura mínima de 2 mm e nunca inferior à altura de letra utilizada na lista de ingredientes. (quando se aplicar, ou seja, em alimentos que contenham lactose em quantidade maior do que 100 mg por 100 g/mL)			
<b>Informação Nutricional</b>			
<b>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL</b> em caixa alta e negrito			
Declaração da porção e medida caseira			
O valor e as unidades da porção e da medida caseira devem estar em maior destaque do que o resto da informação nutricional			
Tabela nutricional declarando obrigatoriamente nesta ordem: valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibras e sódio (salvo casos onde devem ser declarados açúcares após carboidratos, outras gorduras após gorduras trans)			
Valor energético em kcal e kJ			
Vitaminas e minerais declarados apenas serão declarados quando estão em quantidade maior ou igual a 5% da IDR por porção indicada			
Arredondamento das casas decimais e quantidade de casas depois da vírgula			
Unidades utilizadas na rotulagem nutricional (g, mg, kJ...)			
Porção padronizada de acordo com a RDC nº 359/2003			
Frase após a tabela: * % 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.			

\*Legenda: C: conforme; NC: não conforme; NA: não se aplica.



Fonte: Os autores, 2022; Adaptado de: BRASIL, 2002; 2003a; 2003b; 2015; 2017.

As informações resultantes da aplicação do checklist na avaliação dos rótulos foram avaliadas em “conforme” ou “não conforme” de acordo com os requisitos da legislação. Em algumas situações utilizou-se a avaliação “não se aplica” como, por exemplo, para rótulos em que não necessitavam da advertência “contém lactose” e/ou a indicação de vitaminas e minerais na tabela nutricional. Os dados obtidos foram agrupados e analisados em uma planilha elaborada no software Microsoft Office Excel. Foi utilizada a estatística descritiva na qual os dados foram apresentados por meio de frequência absoluta e relativa.

## Resultados e Discussão

Foram avaliados os rótulos de 42 biscoitos de diferentes tipos. Os produtos avaliados foram classificados em subcategorias que podem ser observadas na Tabela 1:

Tabela 1 - Subcategorias dos biscoitos analisados

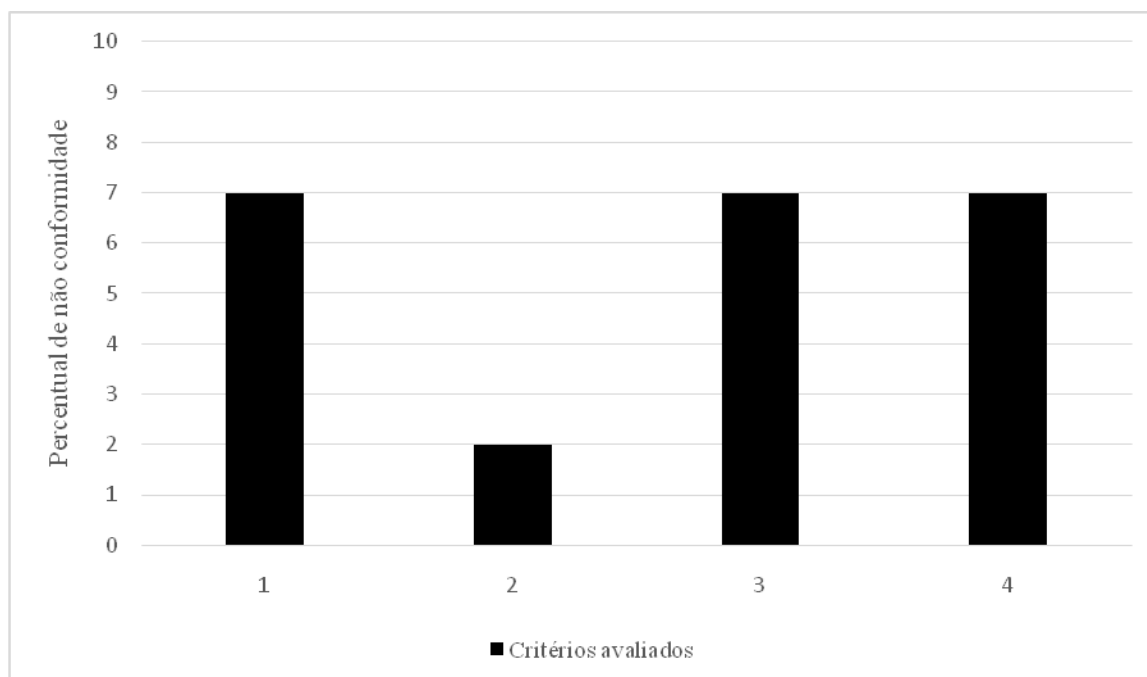
Subcategoria	Quantidade avaliada	Porcentagem
Biscoito Doce	18	43%
Biscoito Salgado	24	57%
Total	42	100%

Fonte: Os autores, 2022.

Todos os produtos avaliados apresentaram conformidade em constar no rótulo a lista de ingredientes precedida da expressão "ingredientes" ou "ingr."; a declaração de "CONTÉM GLÚTEN" ou "NÃO CONTÉM GLÚTEN", conforme o caso; as declarações de alérgenos e a apresentação de “CONTÉM LACTOSE” conforme resolução, salvo alguns casos em que essa informação não se aplicava. Esses resultados diferem do encontrado por Penido, Souza e Rezende (5), em que foi avaliada a rotulagem de alérgicos contidos em biscoitos industrializados encontrando-se 38% de não conformidade em relação às exigências legais, enquanto neste estudo, nenhuma não conformidade em relação aos alérgenos foi encontrada.

De todos os critérios avaliados no *checklist*, apenas quatro apresentaram inadequações. Essas não conformidades encontradas nos rótulos dos produtos avaliados podem ser observadas na Figura 1:

Figura 1 - Não conformidades encontradas nos rótulos dos biscoitos avaliados



Legenda: 1 - Os aditivos devem ser declarados após os ingredientes principais, constando função principal e seu nome completo ou número INS; 2 - INFORMAÇÃO NUTRICIONAL em caixa alta e negrito; 3 - O valor e as unidades da porção e da medida caseira devem estar em maior destaque do que o resto da informação nutricional (negrito); 4 - Arredondamento das casas decimais.

Fonte: Dos autores, 2022.

Foram encontradas poucas não conformidades nos rótulos dos produtos avaliados indicando uma boa adequação destes com os critérios exigidos em legislação. A “informação nutricional” em caixa alta e negrito na tabela nutricional foi a menor não conformidade, com apenas 2%. Já a declaração dos aditivos após os ingredientes principais, constando função principal e seu nome completo ou número INS; o valor e as unidades da porção e da medida caseira em maior destaque do que o restante da informação nutricional e o arredondamento das casas decimais na tabela nutricional apresentaram o mesmo percentual de não conformidades (7%). Santos, Moreira e Coutinho (13) analisaram amostras de biscoito de polvilho e encontraram 21% de não conformidades nos rótulos analisados, sendo este resultado similar ao presente trabalho que obteve 23% de irregularidades.

Analisando as subcategorias das não conformidades encontradas, é possível afirmar que 80% delas foram encontradas nos biscoitos doces (8 produtos), enquanto apenas 20% foram encontradas nos biscoitos salgados (2 produtos), sendo ainda, que os biscoitos salgados apresentaram a mesma não conformidade (o valor e as unidades da porção e da medida caseira não estavam em maior destaque do que o restante da informação nutricional).





Esse resultado foi similar ao encontrado por Bona *et. al.* (14) que avaliaram a conformidade de rótulos de biscoitos comercializados em São Miguel do Oeste (SC) e encontram maior não conformidade na categoria de biscoitos doces.

Apesar de os resultados obtidos demonstrarem uma adequação dos produtos avaliados frente aos critérios exigidos pela legislação atual, é importante ressaltar que ainda assim as empresas devem ficar atentas quanto à elaboração de seus rótulos para evitar a presença de não conformidades e prejuízo ao consumidor.

### **Conclusão**

Foi possível constatar que dos 42 rótulos analisados, apenas 23% apresentaram não conformidades, sendo que dentre as conformidades encontradas, a subcategoria de biscoitos doces foi a que apresentou maior índice de rótulos não conformes. Além disso, todos os produtos estavam conformes quanto a alegação de alérgenos, uma alegação de extrema importância para a população. Assim, foi possível constatar uma boa adequação dos produtos avaliados quanto às legislações de rotulagens em vigor.

### **Referências Bibliográficas**

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 set. 2002. Seção 1, p. 33.
2. MOTA, K. A. *et al.* Avaliação da rotulagem de alimentos industrializados. **Revista Eletrônica Acervo Saúde/Electronic Journal Collection Health**, v. 10, n. 5, p. 2180-2188, 2018.
3. SILVA, F. N. **Análise da rotulagem de biscoitos industrializados disponíveis no mercado varejista de Diamantina, Minas Gerais**. 2019. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.
4. ABIMAPI, Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. Biscoitos. Disponível em: <<https://abimapi.com.br/biscoitos.php>>. Acesso em: 22 fev. 2022.



5. PENIDO, F. C. L.; SOUZA, K.; REZENDE, F. A. G. G. Aplicabilidade da Legislação Brasileira para a rotulagem de alergênicos contidos em biscoitos industrializados. **Ensaios e Ciência**, v. 23, n. 1, p. 35-39, 2019.
6. BRASIL. Código de Defesa do Consumidor - Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 set. 1990. Seção 1, p. 1.
7. BRASIL. Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 mai. 2003a. Seção 1, p. 1.
8. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 26, de 2 de julho de 2015. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03jul. 2015. Seção 1, p. 52.
9. NASCIMENTO, B. P. *et al.* Adequação da rotulagem de alergênicos em alimentos para atletas. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 14, 2019.
10. SANTANA, F. C. O. Rotulagem para alergênicos: uma avaliação dos rótulos de chocolates frente à nova legislação brasileira. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.21, 2018.
11. BRASIL. Ministério da Saúde. RDC nº 136, de 8 de fevereiro de 2017. Estabelece os requisitos para declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 fev. 2017. Seção 1, p. 44.
12. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 360, de 20 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2003b. Seção 1, p. 33.
13. SANTOS, M. C. MOREIRA, T. R. COUTINHO, V. F. Análise das informações nutricionais em rótulos de biscoitos de polvilho e conformidades dos itens obrigatórios frente à legislação. **Revista Uningá**, v. 51, n. 3, p. 22-26, 2017.
14. BONA, M. *et al.* Avaliação da conformidade de rótulos de biscoitos comercializados em São Miguel do Oeste/SC de acordo com as legislações vigentes. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 14, n. 02, p. 3250-3266, 2020.



## **Incorporação de micro e nanopartículas de óleo de semente de romã em embalagens ativas**

**Amanda Tibães Lopes<sup>1\*</sup>; Maria Nunes Medeiros<sup>1</sup>; Isadora Cachuit Cardoso Mota<sup>1</sup>; Guilherme Carneiro<sup>2</sup>; Franciele Maria Pelissari Molina<sup>1</sup>**

**Resumo:** O óleo de semente de romã (OSR), vem ganhando atenção devido aos seus efeitos benéficos à saúde associados à sua composição rica em compostos antioxidantes. Sua utilização é limitada por sua baixa solubilidade aquosa e elevada possibilidade de degradação oxidativa, limitações que podem ser contornadas através da sua encapsulação. A busca por soluções para diminuir os impactos ambientais causados pelo uso de embalagens convencionais é uma demanda crescente dos consumidores nos dias atuais, trazendo as embalagens ativas provenientes de fontes naturais e renováveis para o foco de diversas pesquisas. O objetivo desse trabalho foi produzir e caracterizar embalagens ativas à base de amido de mandioca, adicionadas de micro e nanopartículas lipídicas de óleo de semente de romã. Os filmes foram caracterizados quanto a espessura, densidade, solubilidade e propriedades mecânicas. A adição de nanopartículas de OSR nos filmes foi capaz de produzir filmes mais espessos (0,105 a 0,119 mm), densos (1,44 a 1,68 g/cm<sup>3</sup>) e com valores intermediários de solubilidade (25,62 a 37,42 %), quando comparados ao filme controle. A incorporação das micropartículas gerou filmes de menor espessura (0,099 a 0,103 mm), densidade intermediária (1,49 a 1,57 g/cm<sup>3</sup>) e maior solubilidade (34,82 a 43,20 %). Os filmes gerados apresentaram superfície homogênea e matriz com poucas irregularidades, apresentando maior rugosidade para as formulações com nanopartículas e formação de pequenos aglomerados nos filmes com micropartículas. As propriedades mecânicas dos filmes com nanopartículas, foram ligeiramente superiores às do filme controle, com exceção do filme com nanopartículas sem óleo que exibiu alta resistência mecânica, menor flexibilidade e maior rigidez. Os filmes incorporados com micropartículas exibiram maior resistência, flexibilidade e rigidez moderadamente maior. A caracterização dos filmes forneceu indícios de que as partículas foram capazes de promover maior resistência aos filmes o que pode propiciar sua aplicação para uma variedade de produtos na indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** Amido de mandioca. Carreadores lipídicos nanoestruturados. Embalagens biodegradáveis. Nanopartículas lipídicas sólidas.

### **Introdução**

---

<sup>1</sup>Laboratório de materiais verdes, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>2</sup>Laboratório de desenvolvimento farmacêutico, Departamento de Farmácia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

\* E-mail para a correspondência: amanda.tibaes@ufvjm.edu.br



As embalagens desempenham um papel importante na contenção e preservação de alimentos em toda a cadeia de suprimentos. Atualmente, os materiais mais utilizados são à base de polímeros de fontes não renováveis, que estão associados a sérios danos ao meio ambiente. Diante disso, diversas pesquisas realizadas nos últimos anos tratam do desenvolvimento de novas embalagens de alimentos à base de polímeros naturais e biodegradáveis visando a redução ou até mesmo a substituição das embalagens plásticas sintéticas (1; 2).

Entre os biopolímeros mais estudados e utilizados, o amido é considerado um dos candidatos mais promissores, devido à sua biodegradabilidade, custo acessível, abundância e capacidade de formação de materiais termoplásticos contínuos (3; 1). Existe uma demanda dos consumidores por embalagens ativas biodegradáveis, provenientes de fontes naturais e renováveis, como alternativas para melhorar a qualidade dos alimentos, reduzir o uso de aditivos sintéticos, prolongar sua vida útil e trazer menos impactos ambientais. Neste cenário, as embalagens antioxidantes têm sido empregadas para prevenir ou retardar a oxidação de lipídios e proteínas (2).

As tecnologias de micro e nanoencapsulação podem ser associadas às de embalagens ativas com a finalidade de melhorar a estabilidade de moléculas altamente reativas e promover liberação controlada de componentes ativos (4; 5). Além da liberação controlada de ativos, a utilização de micro e nanopartículas pode conferir maior flexibilidade aos filmes, visto que essas partículas podem atuar como plastificante da matriz polimérica, ou maior rigidez e/ou resistência, desempenhando papel de reforço da matriz dos filmes.

O presente trabalho teve como objetivo a produção e caracterização de embalagens ativas a base de amido de mandioca adicionadas de micro e nanopartículas lipídicas de óleo de semente de romã. As partículas foram adicionadas à matriz polimérica para comparação da influência das diferentes escalas de tamanho de partículas (micro e nano) sobre as propriedades físicas e mecânicas dos filmes obtidos.

## **Material e Métodos**

### **Produção de embalagens ativas biodegradáveis**

As micro e nanopartículas foram produzidas com 5% de lípidos totais, com variações nas proporções de 4:1 e de 1:1 entre Compritol e OSR. Sendo as nanopartículas obtidas a



partir do método de homogeneização a quente associado a ultrasonicação (6) e as micropartículas pelo método de homogeneização a quente associado ao rotor-estator (7).

Os filmes foram produzidos a partir da técnica denominada “*casting*” (8), que consiste na secagem de uma solução de amido gelatinizado em um suporte. Inicialmente uma solução contendo 3% (p/p, b.s.) de amido de mandioca foi homogeneizada em um agitador magnético durante 30 minutos e, em seguida, aquecida até temperatura de processo mantendo agitação suave para evitar a formação de bolhas. Ao atingir a temperatura de processo de 80 °C, o plastificante glicerol (22,5 g/100 g de amido), previamente dissolvido em água destilada foi adicionado e a solução foi mantida nesta temperatura durante 15 minutos. A seguir, a solução filmogênica (SF) foi resfriada até a temperatura de 25 °C para possibilitar a incorporação das micro ou nanopartículas lipídicas (10% g/g de amido), sem que as mesmas fossem degradadas termicamente. Posteriormente, a SF foi homogeneizada manualmente por 3 minutos, espalhada em placas circulares de teflon® e levada à desidratação em estufa com circulação forçada de ar (modelo TE 394/2MP, Tecnal) a 53 °C por 6 horas ou até completa secagem da superfície.

O filme adicionado de nanopartículas sem óleo será denominado N B, adicionado de carreadores lipídicos nanoestruturados (NLC) em proporção 4:1 de lípidos sólido e líquido, será denominado N 4:1 e a amostra com adição de NLC em proporção 1:1 será designada como N 1:1. A nomenclatura para os filmes incorporados com micropartículas será substituída de forma análoga (M B, M 4:1 e M 1:1). O filme controle, sem adição de partículas será referido como C.

## **Caracterização das embalagens ativas**

### **Espessura e densidade**

A análise de espessura dos filmes foi realizada com o auxílio de um micrômetro digital (modelo Digimatic Micrometer Series 293 MDC-Lite, Mitutoyo Corporation, Japão), com precisão de  $\pm 0,0001$  mm, em dez pontos aleatórios, sendo a média considerada como resposta ao teste.

A densidade dos filmes foi obtida a partir do corte das amostras dos filmes na forma de quadrados (25 x 25 mm), junto com a medição da espessura dos mesmos, com o auxílio de um micrômetro digital (modelo Digimatic Micrometer Series 293 MDC-Lite, Mitutoyo





Corporation, Japão). As amostras foram secas a 105 °C por 24 h e após esse período foram pesadas. A densidade foi calculada em função da razão entre a massa e o volume (espessura x área) do filme. A análise foi realizada em triplicata e os dados foram relatados como valores médios.

### **Solubilidade em água**

A determinação da solubilidade em água dos filmes se deu pelo corte de três discos com 2 cm de diâmetro de cada amostra de massa seca inicial conhecida. As amostras foram então imersas em 50 mL de água destilada a 25 °C por 24 horas, sob agitação esporádica. Decorrido esse tempo, a matéria sólida insolúvel foi filtrada em papel filtro e levada à secagem em estufa a 105 °C por 24 horas para determinação da massa seca final da amostra (9). As análises foram conduzidas em quadruplicata e a solubilidade em água foi calculada através da Equação 1.

$$S(\%) = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

Onde S(%) é a porcentagem de material solubilizado,  $m_i$  é a massa seca inicial da amostra (g), e  $m_f$  é a massa seca final da amostra (g).

### **Propriedades mecânicas**

As propriedades mecânicas de tensão na ruptura, alongação e módulo de Young, foram avaliadas a partir de um texturômetro modelo TA.TX Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra), empregando-se o programa Texture Exponent Lite. Os parâmetros utilizados para cada teste foram selecionados de acordo com o método padrão da ASTM D882-12 (10). A tensão e a alongação na ruptura foram obtidas diretamente da curva de tensão em função da alongação e o módulo de Young foi obtido pela tangente na região linear da curva.

### **Análise estatística**

Valores de médias e desvios-padrão (DP) foram calculados em todas as etapas dos experimentos. O estudo estatístico foi realizado por meio de Análise de Variância (ANOVA) one-way seguido de teste Tukey ao nível de 5% de significância. Para o tratamento de dados foi utilizado o software GraphPad Prism 6.0.



## Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados das caracterizações dos filmes quanto a espessura, densidade e solubilidade em água.

Tabela 1 - Resultados de espessura, densidade e solubilidade dos filmes de amido controle (C), adicionados de nanopartículas (N B, N 4:1 e N 1:1) e de micropartículas (M B, M 4:1 e M 1:1).

Filme	Espessura (mm)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Solubilidade em água (%)
C	0,104 ± 0,005 <sup>a</sup>	1,44 ± 0,04 <sup>a</sup>	25,62 ± 0,23 <sup>a</sup>
N B	0,119 ± 0,003 <sup>b</sup>	1,44 ± 0,03 <sup>a</sup>	25,69 ± 0,29 <sup>a</sup>
N 4:1	0,118 ± 0,005 <sup>b</sup>	1,68 ± 0,02 <sup>b</sup>	36,64 ± 0,09 <sup>b</sup>
N 1:1	0,105 ± 0,003 <sup>a</sup>	1,55 ± 0,04 <sup>c</sup>	37,42 ± 0,32 <sup>b</sup>
M B	0,103 ± 0,005 <sup>a</sup>	1,49 ± 0,06 <sup>ac</sup>	34,82 ± 0,13 <sup>c</sup>
M 4:1	0,099 ± 0,001 <sup>a</sup>	1,57 ± 0,03 <sup>c</sup>	46,62 ± 0,23 <sup>d</sup>
M 1:1	0,103 ± 0,006 <sup>a</sup>	1,49 ± 0,03 <sup>ac</sup>	43,20 ± 0,83 <sup>e</sup>

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: Médias seguidas da mesma letra na coluna (comparação entre amostras) não diferem significativamente a 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Em termos de espessura, os filmes N B (0,119 mm) e N 4:1 (0,118 mm) apresentaram os valores mais altos, sendo estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) de todas as outras formulações. Não houve diferença significativa entre as amostras C, N 1:1, M B, M 4:1 e M 1:1, indicando uma boa disposição das partículas na matriz polimérica, gerando um filme de menor espessura. Além disso, a baixa variação entre os valores de espessura obtidos está diretamente relacionada ao controle rigoroso da quantidade de solução filmogênica por unidade de área nas placas, durante o processo de casting.

O filme N 4:1 exibiu a maior densidade (1,68 g/cm<sup>3</sup>) entre todas as amostras, seguido pelos filmes N 1:1, M B, M 4:1 e M 1:1, que não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre si. Os filmes de menor densidade foram C, N B, M B e M 1:1. O maior valor de densidade e espessura atribuídos à N 4:1 indicam a formação de uma estrutura mais ordenada e menos porosa para esse filme. Como foi depositada a mesma quantidade de solução filmogênica nas placas para a formação dos filmes com as diferentes formulações, filmes adicionados de partículas, que continham maior teor de sólidos secos, apresentaram maior densidade.



Comportamentos semelhantes aos encontrados nesse trabalho foram observados para a adição de micropartículas em filmes de amido de banana (8). Algumas formulações de filmes não tiveram grande variação nos parâmetros de densidade e espessura quando comparados ao filme controle. De fato, os filmes produzidos nesse trabalho apresentaram valores estatisticamente iguais ao filme C para esses parâmetros, com exceção do filme M 4:1, que apresentou a maior densidade entre os filmes com micropartículas ( $1,57 \text{ g/cm}^3$ ). No geral, os filmes adicionados de nanopartículas apresentaram maior variação nesses parâmetros quando comparados aos de micropartículas.

Apesar das diferenças estatísticas, nenhuma das amostras dos filmes foi completamente solubilizada após 24 horas imersas em água. O filme N B (25,69%) exibiu solubilidade estatisticamente igual ao filme controle (25,62%). A menor solubilidade do filme de amido é justificada pelo aparecimento de um maior número de interações entre amilose-amilose, amilose-amilopectina e amilopectina-amilopectina que ocorrem durante a etapa de secagem, reduzindo a quantidade de grupos polares disponíveis para reagir com a água (11).

As amostras N 4:1 (36,64 %) e N 1:1 (37,42%), estatisticamente iguais ( $p > 0,05$ ) evidenciaram que a adição de nanopartículas carregadas com óleo aumentou a solubilidade dos filmes. O maior valor de solubilidade foi encontrado para a amostra M 4:1 (46,62%), seguido pelo filme M 1:1 (43,20%). Apesar de apresentar valor significativamente ( $p < 0,05$ ) mais baixo que as outras amostras de micropartículas, o filme M B (34,82%) obteve maior solubilidade que o filme controle (25,62%). Pode-se presumir que a adição de micropartículas aumentou significativamente a solubilidade dos filmes.

Ao comparar esse parâmetro entre as nano e micropartículas, é possível concluir que a adição de partículas lipídicas carregadas com óleo gerou filmes com maior solubilidade, sendo que a adição de micropartículas influenciou ainda mais essa característica. A maior solubilidade em água dos filmes atribui-se à menor organização das interações e alinhamento das moléculas de amilose, devido a presença de outros constituintes na suspensão (partículas lipídicas), possuindo assim mais espaços intermoleculares o que permitiu maior absorção de água por esse material e, conseqüentemente, maior solubilidade (11). Ademais, a incorporação de partículas de tamanho micrométrico conferiu maior descontinuidade da matriz de amido, o que deu origem a filmes com mais espaço para as moléculas de água permearem (12).

Os resultados referentes às propriedades mecânicas dos filmes podem ser observados na Tabela 2. Através destes dados, é possível observar que a adição de partículas lipídicas na matriz polimérica, em especial as micropartículas, afetou as propriedades mecânicas dos filmes.

Tabela 2 - Propriedades mecânicas dos filmes de amido controle (C), adicionados de nanopartículas (N B, N 4:1 e N 1:1) e de micropartículas (M B, M 4:1 e M 1:1).

Filme	Tensão na ruptura (MPa)	Elongação (%)	Módulo de Young (MPa)
C	1,89 ± 0,16 <sup>a</sup>	170,14 ± 9,54 <sup>a</sup>	17,47 ± 5,08 <sup>a</sup>
N B	8,42 ± 0,43 <sup>b</sup>	133,89 ± 4,68 <sup>b</sup>	129,00 ± 4,32 <sup>b</sup>
N 4:1	2,35 ± 0,42 <sup>ac</sup>	176,25 ± 11,56 <sup>ad</sup>	27,43 ± 1,42 <sup>c</sup>
N 1:1	1,64 ± 0,15 <sup>a</sup>	193,64 ± 16,66 <sup>ad</sup>	20,77 ± 1,11 <sup>ac</sup>
M B	2,72 ± 0,11 <sup>c</sup>	235,27 ± 8,83 <sup>c</sup>	20,57 ± 0,93 <sup>ac</sup>
M 4:1	2,46 ± 0,10 <sup>c</sup>	236,96 ± 4,46 <sup>c</sup>	27,07 ± 4,74 <sup>c</sup>
M 1:1	2,91 ± 0,25 <sup>c</sup>	206,34 ± 15,26 <sup>cd</sup>	20,50 ± 1,15 <sup>ac</sup>

Fonte: Dos autores, 2022.

Legenda: Médias seguidas da mesma letra na coluna (comparação entre amostras) não diferem significativamente a 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a amostra C e as amostras N 4:1 e N 1:1, para as propriedades de tensão na ruptura e alongação. A adição de nanopartículas carregadas com OSR não influenciou esses parâmetros, indicando que os filmes C, N 4:1 e N 1:1 possuem menor resistência mecânica e elasticidade intermediária em relação às outras amostras. Os filmes C e N 1:1, apresentaram características semelhantes, inclusive para módulo de Young, indicando que a adição de NLC 1:1 não influenciou as propriedades mecânicas dos filmes. A amostra N 4:1, apresentou propriedades similares de tensão na ruptura e alongação, mas obteve maior rigidez em comparação com o filme C, sem a adição de óleo ou partículas. O comportamento não foi o mesmo observado para a amostra N B quando comparada ao filme controle, sendo essa amostra estatisticamente diferente de todos os filmes produzidos nos três parâmetros analisados.

Todas as amostras com incorporação de micropartículas foram estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) do filme controle para as propriedades de tensão na ruptura e alongação. Isso demonstra que a adição de micropartículas aos filmes foi capaz de alterar suas propriedades mecânicas, dando origem a filmes mais resistentes e flexíveis.

O módulo de Young da amostra C foi estatisticamente igual ( $p > 0,05$ ) ao dos filmes N 1:1, M B e M 1:1 o que indica menor rigidez dessas formulações. Enquanto isso, os filmes



N 4:1 e M 4:1 exibiram um aumento em relação a esse parâmetro, indicando a formação de filmes mais rígidos do que o filme controle.

As propriedades de tensão na ruptura, alongação e módulo de Young das micropartículas foram estatisticamente iguais ( $p > 0,05$ ) para todas as formulações. Indicando que a diferença de proporção entre os componentes das micropartículas não influenciou as propriedades mecânica dos filmes. O mesmo comportamento foi observado para as nanopartículas (N 4:1 e N 1:1), com exceção da amostra NB, que apresentou diferença significativa em comparação a todas as amostras de filmes.

O aumento dos valores de alongação na ruptura para os filmes com incorporação de micropartículas e a variação observada nessa propriedade para N 4:1 e N 1:1, indicam filmes mais flexíveis, demonstrando que a adição de partículas lipídicas na matriz dos filmes pode colaborar com o efeito plastificante em matrizes de biopolímeros.

Filmes de amido de mandioca adicionados de micropartículas de extrato de uva com alta flexibilidade, apresentaram comportamento semelhante (13). Os autores associaram essa característica a maior mobilidade da matriz polimérica, promovida pelo peso molecular relativamente baixo das micropartículas. O aumento da alongação pela incorporação de nanocápsulas de  $\alpha$ -tocoferol em filmes de metilcelulose foi reportado (14). Além de atribuírem o aumento da flexibilidade dos filmes à adição de substâncias hidrofóbicas, os autores citaram que os tensoativos contidos nas nanocápsulas podem ter exercido ação plastificante na matriz do polímero. Da mesma forma, os tensoativos presentes na formulação das micro e nanopartículas lipídicas do presente trabalho (Tween 80 e lecitina de soja), parecem ter influenciado a flexibilidade dos filmes.

## **Conclusão**

A adição de nanopartículas de óleo de semente romã em filmes de amido de mandioca foi capaz de produzir filmes mais espessos, densos e com valores intermediários de solubilidade. Os filmes gerados apresentaram superfície homogênea e matriz com poucas irregularidades. As propriedades mecânicas foram ligeiramente superiores às do filme controle, com exceção da amostra N B que exibiu alta resistência mecânica e rigidez. A incorporação de micropartículas de óleo de semente romã na matriz de amido de mandioca deu origem a filmes menos espessos, solúveis e mais opacos. As propriedades mecânicas foram superiores à amostra C, conferindo maior resistência mecânica, flexibilidade e rigidez





aos filmes. Estudos complementares seriam necessários para direcionar a escolha entre a utilização de micro ou nanopartículas lipídicas na matriz polimérica de filmes biodegradáveis. Além disso, essa escolha deve ser direcionada ao produto que será acondicionado, sendo necessária a avaliação das características específicas necessárias à proteção do produto em específico.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

### **Referências Bibliográficas**

1. LÓPEZ-CÓRDOBA, A. *et al.* Cassava starch films containing rosemary nanoparticles produced by solvent displacement method. **Food Hydrocolloids**, v. 71, p. 26–34, 1 out. 2017.
2. XIE, Y. *et al.* Active biodegradable films based on the whole potato peel incorporated with bacterial cellulose and curcumin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 150, p. 480–491, 1 maio 2020.
3. BASIAK, E.; LENART, A.; DEBEAUFORT, F. Effect of starch type on the physico-chemical properties of edible films. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 98, p. 348–356, 1 maio 2017.
4. MASTROMATTEO, M. *et al.* Advances in controlled release devices for food packaging applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n. 12, p. 591–598, dez. 2010.
5. WEN, J.; CHEN, G.; ALANY, R. G. Theories and Concepts of Nano Materials, Nano- and microencapsulation. In: KWAK, H. (Ed.). **Nano- and Microencapsulation for Foods**. Wiley Blackwell, 2014. p. 15–42.



6. ALMEIDA, O. P. **Carreadores lipídicos nanoestruturados como agentes potenciais para veiculação de óleo de cártamo**. 2019. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Departamento de Farmácia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.
8. WOLSKA, E. et al. Ocular irritation and cyclosporine A distribution in the eye tissues after administration of Solid Lipid Microparticles in the rabbit model. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 121, p. 95–105, ago. 2018.
9. SARTORI, T.; MENEGALLI, F. C. Development and characterization of unripe banana starch films incorporated with solid lipid microparticles containing ascorbic acid. **Food Hydrocolloids**, v. 55, p. 210–219, 2016.
10. GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J.-L. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 1, p. 206–211, 1992.
11. ASTM. **Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting (D882-12)**. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2012.
12. PELISSARI, F. M. *et al.* Comparative study on the properties of flour and starch films of plantain bananas (*Musa paradisiaca*). **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 2, p. 681–690, 1 mar. 2013.
13. FAN, H. et al. Characterization of starch films impregnated with starch nanoparticles prepared by 2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl (TEMPO)-mediated oxidation. **Food Chemistry**, v. 192, p. 865–872, 1 fev. 2016.
14. STOLL, L. *et al.* Microencapsulation of Anthocyanins with Different Wall Materials and Its Application in Active Biodegradable Films. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, n. 1, p. 172–181, 1 jan. 2016.



15. NORONHA, C. M. *et al.* Characterization of antioxidant methylcellulose film incorporated with  $\alpha$ -tocopherol nanocapsules. **Food Chemistry**, v. 159, p. 529–535, 2014.



## Amido e amilases microbianas

Paulo Henrique Silva Lopes<sup>1\*</sup>; David Lee Nelson<sup>1</sup>; Vivian Machado Benassi<sup>1</sup>

**Resumo:** O amido é uma macromolécula encontrada em células vegetais, com finalidade de reserva energética, encontrado no formato de grânulos em rizomas, tubérculos, sementes e frutos de vegetais. A amilopectina e a amilose os dois polímeros que constituem a sua estrutura química de elevado peso molecular. Seus componentes são encontrados em diferentes proporções dependendo da fonte estudada. A elevada complexidade do amido o torna insolúvel em água, sendo necessária a ação de enzimas estereoespecíficas capazes de hidrolisá-lo e liberar os açúcares monoméricos em processos químicos. As amilases são essas enzimas e o seu papel é hidrolisar a amilose e a amilopectina. Essas enzimas podem ser produzidas por micro-organismos, como os fungos filamentosos, nos processos de crescimento celular. Mesmo que pesquisas e tecnologias de hidrólise do amido venham ganhando lugar nos espaços industriais, ainda é necessário otimizar os processos de hidrólise, pois ocorrem tradicionalmente a altas temperaturas. A otimização dos processos tradicionais de desramificação e hidrólise da amilopectina e amilose representam elevado gasto energético para a indústria, o que acaba não sendo atrativo economicamente. Esse gasto energético ocorre devido a gelatinização, liquefação e sacarificação, em que uma série de enzimas amilolíticas exercem papel fundamental no processo de hidrólise molecular dos constituintes do amido.

**Palavras-chave:** Hidrólise; Liquefação; Amilose; Amilopectina.

### Introdução

O amido é um dos principais constituintes de reservas energéticas de células vegetais, sendo armazenado no formato de grânulos semicristalinos e encontrados em rizomas, tubérculos, sementes e frutos vegetais (1, 2, 3).

Devido à complexidade desse carboidrato, o amido necessita sofrer ação de enzimas estereoespecíficas do sistema amilolítico para auxiliar na liberação dos açúcares fermentescíveis nos processos de produção de alimentos (4, 5).

Uma das possibilidades e desafios inerentes da indústria que utiliza o amido como matéria-prima é elevar o grau de conversão de polissacarídeos em açúcares fermentescíveis em temperaturas

---

<sup>1</sup>Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.  
E-mail para a correspondência: paulo.lopes@ufvjm.edu.br



inferiores. Com base nisto, o objetivo desta revisão é informar a comunidade científica sobre a estrutura do amido, bem como explorar os diferentes tipos de amilases, sua função e aplicação em indústrias alimentícias.

## **Revisão Bibliográfica**

### **Amido**

O amido é um homopolissacarídeo constituído por amilose e amilopectina, que se apresenta no formato de grânulos semicristalinos com tamanhos que podem chegar até 100  $\mu\text{m}$  de diâmetro, sendo essa variação dos grânulos devido à morfologia, área de cultivo, clima e fonte de origem (Figura 1) (1, 6).

A amilose é definida como poliglucano, representando de 20 a 27% da composição do amido, possuindo solubilidade relativa em água, caracterizada por ser um polissacarídeo linear, formado de 100 até 10.000 unidades monoméricas de D-glicose, as quais são unidas entre si exclusivamente por ligações do tipo  $\alpha$ -1,4 (Figura 1A). Por sua vez, a amilopectina corresponde de 75 a 85% da composição do amido, composta por unidades monoméricas de D-glicose unidas por ligações do tipo  $\alpha$ -1,4, com pontos de ramificação a cada 24-30 moléculas de D-glicose, com ligações do tipo  $\alpha$ -1,6 (Figura 1B) (1, 2).

Dependendo das características da molécula do amido, classifica-o em: (i) tipo A, caracterizado como uma célula unitária constituída por cadeias polissacarídicas mais compactas e oito moléculas de água; (ii) tipo B, caracterizado por possuir trinta e seis moléculas de água em uma célula unitária, sendo menos compacta; e (iii) tipo C, polimorfo, ou seja, tem os dois tipos anteriormente relatados (7).

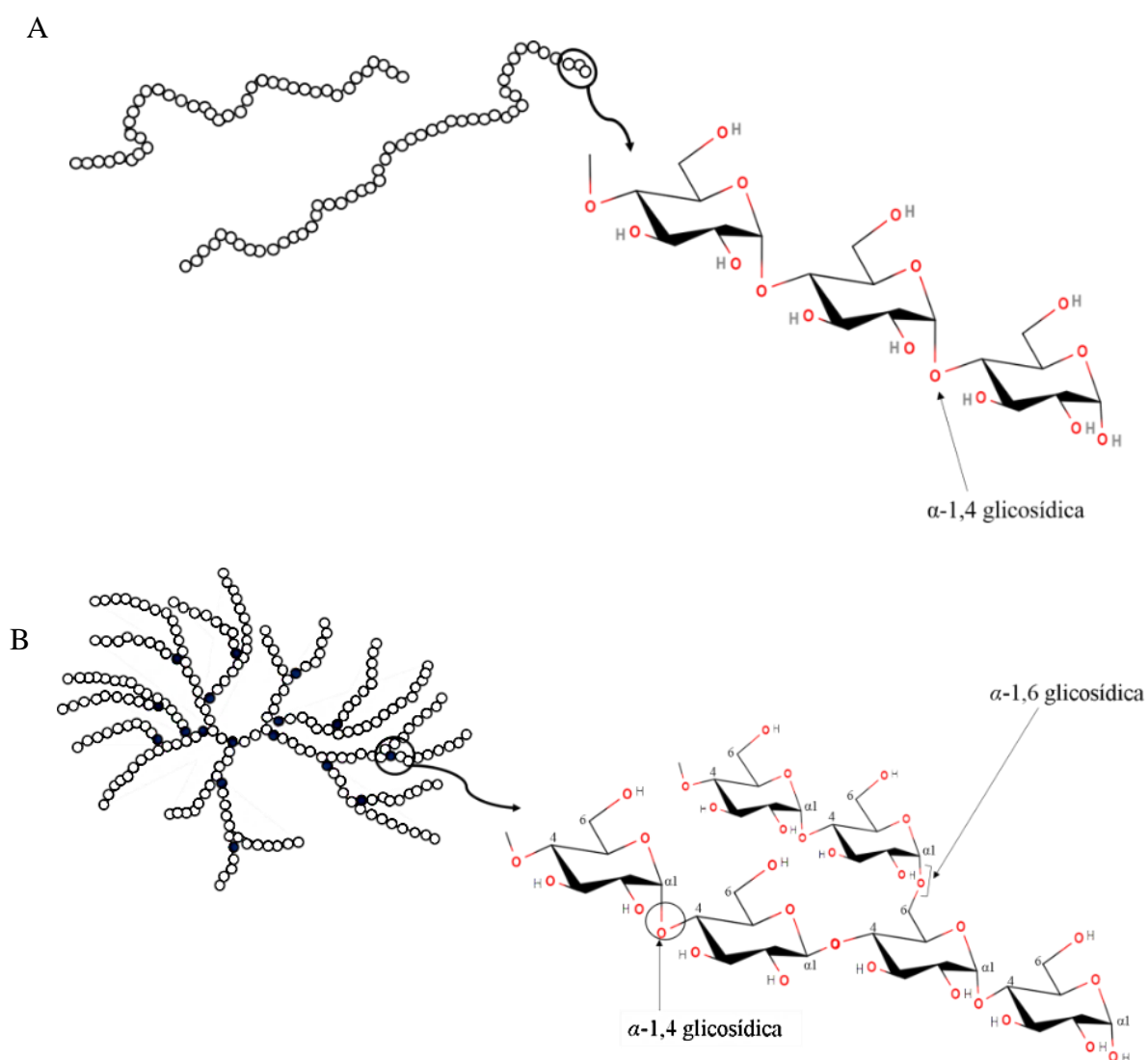
Os grânulos do amido crescem em formato de anel, sendo que cada grão é formado por sequências de anéis estruturalmente compostos por porções ordenadas e/ou desordenadas com lipídeos aderidos em sua estrutura. A parte amorfa é constituída de cadeias de amilose e amilopectina, desordenadas. A parte semicristalina é uma variação de regiões lamelares ordenadas e desordenadas (8).

Esses grânulos podem ser hidrolisados com base nessas porções desordenadas. Para isto, adiciona-se água e calor, formando o amido gelatinizado. Este processo faz com que as cadeias de amilopectina se tornem bolas de gel, enquanto a amilose engloba essas estruturas. Caso a fonte de calor cesse e ocorra o resfriamento do gel, a amilose se rearranja em formato espiral, deixando de



englobar as bolas de gel de amilopectina. Se ocorrer o envelhecimento e retrogradação do amido gelatinizado, as estruturas polissacarídicas se rearranjam, onde a amilopectina retorna a sua configuração original e novas ligações são formadas com a amilose helicoidal (9, 2).

Figura 1 – Estrutura química da molécula do amido demonstrando as ligações glicosídicas presentes no homopolissacarídeo. (A) Amilose e (B) Amilopectina.



Fonte: Dos autores, 2022.

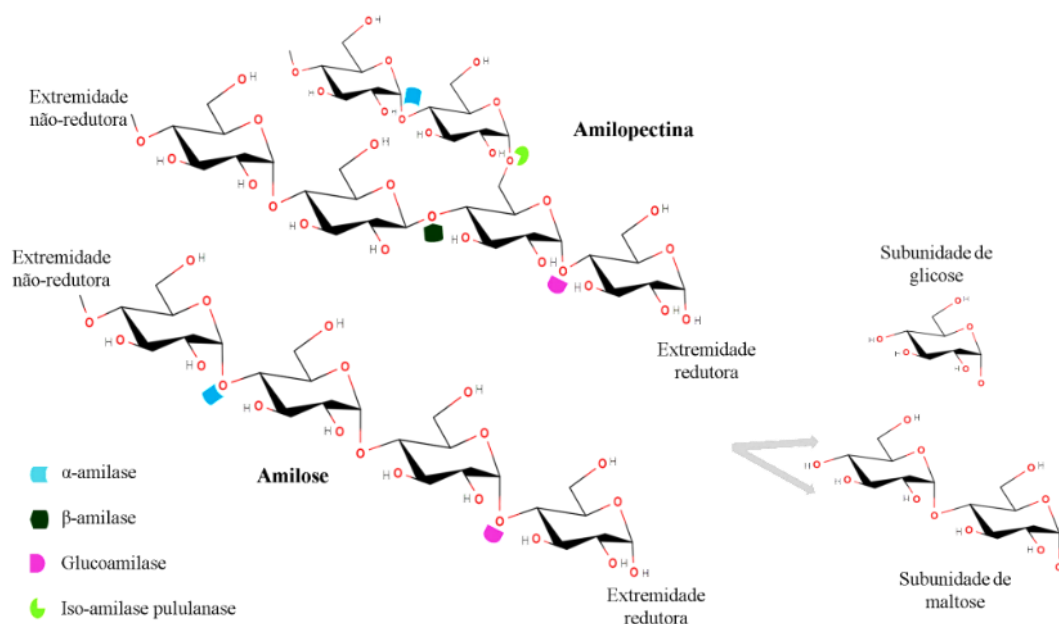
### Enzimas do sistema amilolítico

As amilases pertencem a cinco diferentes tipos de famílias, GH 13/ 14/ 15/ 31/ 77, e podem ser classificadas em enzimas de inversão, as quais causam a inversão do carboidrato, como é o caso

das  $\beta$ -amilases e glucoamilases; e de retenção, que mantêm a configuração anomérica do substrato, como a  $\alpha$ -amilase (2). Além disso, podem ser classificadas em exo-amilases, as quais clivam as ligações das extremidades não-redutoras das cadeias de  $\alpha$ -glucanos, liberando glicose ou maltose; e endo-amilases, as quais hidrolisam as ligações no interior da cadeia polimérica, liberando oligossacarídeos (10, 2). As enzimas serão relatadas a seguir.

As  $\alpha$ -amilases possuem a capacidade de quebrar aleatoriamente as ligações  $\alpha$ -1,4 de  $\alpha$ -glucanos liberando dextrinas de alto peso molecular na fase inicial da ação, resultando na diminuição da viscosidade do amido gelatinizado (Figura 2) (2, 11, 12). As  $\beta$ -amilases possuem função de hidrolisar unicamente as ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4 próximas às extremidades não redutoras de glucanos, liberando maltose com anômero  $\beta$ , encerrando sua ação quando restam quatro subunidades de glicose entre o ponto de ramificação e a extremidade (Figura 2) (2, 13). As glucoamilase: hidrolisam as ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4 nas extremidades não redutores de glucanos, liberando unidades de  $\beta$ -D-glicose, todavia, ela possui a capacidade de hidrolisar as  $\alpha$ -1,6 dos pontos de ramificação, porém com menor taxa de hidrólise (Figura 2) (2, 14).

Figura 2 – Ação de algumas amilases sobre a molécula do amido.



Fonte: Dos autores, 2022.

As oligo-1,6-glicosidase, amilo-1,6-glicosidase são conhecidas como as enzimas desramificadoras do grupo das amilases, a enzima oligo-1,6-glicosidase hidrolisa as ligações  $\alpha$ -1,6



de oligossacarídeos para produzir  $\alpha$ -glicose, enquanto que a amilo-1,6-glucosidase faz parte de uma enzima bifuncional, juntamente com a 4- $\alpha$ -glucanotransferase, liberando moléculas de glicose, e quebrando o restante das ligações  $\alpha$ -1,6 (2, 15).

A pululanase I e isoamilase: responsáveis por quebrar as ligações  $\alpha$ -1,6 dos pontos de ramificação nos glucanos. A ação da pululanase I libera maltooligossacarídeos e pode hidrolisar moléculas de pululano, sendo essencial e utilizada nos processos industriais de sacarificação do amido, em consórcio com a  $\beta$ -amilase. A pululanase II: hidrolisa as moléculas de amido, pululano, dextrinas limitantes e alguns outros polissacarídeos, por meio da quebra das ligações  $\alpha$ -1,6 e  $\alpha$ -1,4. A pululano hidrolase III: quebrar as ligações  $\alpha$ -1,6 e  $\alpha$ -1,4 do pululano, bem como os constituintes do amido, liberando moléculas de maltose (16, 2).

Glucan-1,4- $\alpha$ -maltohidrolase, glucan-1,4- $\alpha$ -maltotriohidrolase, glucan-1,4- $\alpha$ -maltotetraohidrolase, glucan-1,4- $\alpha$ -maltopentaohidrolase e glucan-1,4- $\alpha$ -maltohexaohidrolase: hidrolisam o amido de baixo peso molecular produzindo maltose, maltotriose, maltotetraose, maltopentose e maltohexaose, respectivamente. Todas as enzimas hidrolisam as ligações  $\alpha$ -1,4, e acredita-se que parte delas sejam endoamilases (2). As ciclomaltodextrinases são enzimas especializadas em hidrolisar ligações das ciclodextrinas, liberando maltooligossacarídeos lineares. Entretanto, elas são capazes de clivar ligações presentes em maltodextrinas lineares (2, 17, 18).

As neopululanases são enzimas especializadas em quebrar moléculas de pululano, mas podem agir sobre moléculas de ciclomaltodextrinas e amido. Os produtos gerados na quebra de glucanos é uma grande fração de maltose e uma pequena de glicose, sendo enzimas responsáveis por hidrolisar ligações  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6, mas podem ser agentes de transferência de grupos glucosil para hidroxil de C-4 ou C-6, formando isomaltose e panose (2, 19). As 4- $\alpha$ -glucanotransferases são responsáveis por hidrolisar ligações  $\alpha$ -1,4 de glucanos, as quais transferem unidades recentes de glicoses redutoras para grupos OH do C-4 de glicoses não redutoras (2, 20). As enzimas de ramificação são responsáveis por hidrolisar as cadeias de  $\alpha$ -glucanos e inserir partes dessas cadeias menores em outros glucanos, formando ligações  $\alpha$ -1,6 por meio do grupo OH do C-6 (2, 21).

A 4- $\alpha$ -glucan-1- $\alpha$ -D-glucosilmutase e 4- $\alpha$ -D-glucanotrealose trealohidrolase são enzimas cooperativas, podendo formar trealose a partir do amido. A função da primeira é clivar ligações  $\alpha$ -1,4 de extremidades não redutoras do amido, além de causar modificação na ligação  $\alpha$ -1,1', formando maltooligosiltrealose, enquanto a segunda hidrolisa a ligação  $\alpha$ -1,4 mais próxima da fração de trealose, liberando-a (2).



## Amilases na indústria

O uso de amilases iniciou por volta dos anos de 1894, nos processos de produção com finalidade comercial utilizando o farelo de trigo e o *Aspergillus oryzae* e por volta de 1939, a indústria de liquefação do amido iniciou a operação com essas enzimas (2).

A hidrólise do amido via ácidos vem sendo gradativamente substituída pelas enzimas. A substituição de substâncias químicas por biomoléculas tem-se mostrado cada vez mais vantajosa, pois além de garantir melhor controle de processo e maiores rendimentos e qualidade dos produtos finais, são capazes de efetuar a reação em um tempo mais hábil. Outro ponto positivo são as menores temperaturas de processo, além dos efluentes industriais não serem poluidores (22).

Atualizações nas tecnologias de hidrólise do amido vêm ganhando lugar nos espaços industriais. Os processos tradicionais de desramificação e hidrólise da amilopectina e amilose são conduzidos em temperaturas mais elevadas, significando um elevado gasto energético para a indústria.

A hidrólise do amido granular é um processo emergente que consiste em clivar as ligações glicosídicas do amido frio à 35°C e pH entre 5 a 6 (23). Esta modificação no processo resulta numa economia de 51% nos custos operacionais da planta instalada, uma vez que o amido não passa pelos processos que exigem altas temperaturas (23, 24). Para isto, o emprego de enzimas que possuam ótima capacidade catalítica em temperaturas mais amenas ganha visibilidade, como é o caso das pululanases à 45°C e pH entre 7 e 8 (23, 25).

As amilases podem ser aplicadas na indústria de alimentos em distintos processos, como agentes anti-incrustante e na produção de xarope rico em frutose (26, 27), assim como, o uso de amilases na obtenção de xarope de maltose ou glicose por meio da hidrólise do amido por processos de liquefação, que ocorre à 95°C, pela ação das  $\alpha$ -amilases, reduzindo a viscosidade do amido e a sacarificação, conduzida pela glucoamilase, que produz um xarope que contém um elevado teor de glicose (5, 28, 29).

Na panificação ocorre a ação das  $\alpha$ -amilases adicionadas na massa para produzir mais dextrinas e otimizar a fermentação alcoólica, deixando a massa com um volume maior. Assim como, as  $\beta$ -amilases produzem elevados teores de maltose, evitando que o pão envelheça, devido à retrogradação do amido, melhorando a saúde humana por agir como probióticos (2).



Vale citar que, uma enzima amilolítica termoestável e estável em pH alcalino pode produzir trealose, carboidrato com propriedades químicas e fisiológicas benéficas (2, 30) aplicado em alimentação animal, como porcos e galinhas, promovendo o crescimento rápido (31).

Em cervejarias, a matéria prima é normalmente a cevada, com isso, o uso de enzimas amilolíticas nesse tipo industrial possui o objetivo de hidrolisar o amido à glicose para a fermentação alcoólica por leveduras. A própria germinação dos grãos de cevada produz as enzimas necessárias para a degradação de amido e proteínas. Entretanto, observam-se variações biológicas no processo natural de germinação, caso este possa ser eliminado com a adição de amilases, assim como elas podem atuar em temperaturas mais altas. Além disso, as cervejarias utilizam como fontes de amido cereais de fácil obtenção tais como: cevada, milho, arroz e vários açúcares. Em sua forma natural, os cereais são mais resistentes ao ataque das enzimas por serem fervidos antes de serem acrescentados à mistura de malte. Estes necessitam passar por uma liquefação com  $\alpha$ -amilase antes de sofrerem o processo de hidratação (32).

## Conclusão

Visando a criação de novos produtos e o aperfeiçoamento dos alimentos já processados, além do uso de compostos biodegradáveis durante a formulação, o uso de enzimas vem crescendo por permitir utilizá-las em diversos processos industriais alimentícios, podendo interferir desde a matéria prima, a colheita, o armazenamento e no processamento de diversos produtos. Dessa forma, faz-se necessário um estudo minucioso acerca das enzimas e a possibilidade do uso em processos biotecnológicos.

## Referências Bibliográficas

1. BARBOSA, J. V. *et al.* Effect of peroxide oxidation on the expansion of potato starch foam. **Industrial Crops and Products**, [S. I], v. 137, p. 428-435, 2019.
2. MOHANAN, N.; SATYANARAYANA, T. Amylases. **Reference Module in Life Sciences**, Michigan, [S. I], v. 1, n. 4, p. 107-126, 2019.
3. TAPPIBAN, P. *et al.* Recent understanding of starch biosynthesis in cassava for quality improvement: A review. **Trends in Food Science & Technology**, [S. I], v. 83, p. 167-180, 2019.





4. BENOCCI, T. *et al.* Regulators of plant biomass degradation in ascomycetous fungi. **Biotechnology for biofuels**, [S. I], v. 10, n. 1, p. 152, 2017.
5. COELHO; G.D. *et al.* Potencial de fungos da caatinga para produção de enzimas amilolíticas. **Revista Saúde e Ciência Online**, [S. I], v. 7, n. 2, p. 286-297, 2018.
6. SCHIRMER, M.; JEKLE, M.; BECKER, T. Starch gelatinization and its complexity for analysis. **Starch-Stärke**, [S. I], v. 67, n. 1-2, p. 30-41, 2015.
7. BERTOFT, E. Understanding starch structure: Recent progress. **Agronomy**, [S. I], v. 7, n. 3, p. 56, 2017.
8. YANG, Z. *et al.* Impact of pressure on physicochemical properties of starch dispersions. **Food Hydrocolloids**, [S. I], v. 68, p. 164-177, 2017.
9. KHAN, B. *et al.* Thermoplastic starch: a possible biodegradable food packaging material—a review. **Journal of Food Process Engineering**, [S. I], v. 40, n. 3, p. e12447, 2016.
10. LI, Z.; DUAN, X.; WU, J. Improving the thermostability and enhancing the Ca(2+) binding of the maltohexaose-forming  $\alpha$ -amylase from *Bacillus stearothermophilus*. **J. Biotechnol.**, [S. I], v. 20, n.222, p. 65-72, 2016.
11. PAPOUTSIS, K. *et al.* Fruit, vegetables, and mushrooms for the preparation of extracts with  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibition properties: A review. **Food Chemistry**, [S. I], v. 338, p. 128119, 2021.
12. PRIYADARSHINI, S.; RAY, P. Exploration of detergent-stable alkaline  $\alpha$ -amylase AA7 from *Bacillus* sp strain SP-CH7 isolated from Chilika Lake. **International journal of biological macromolecules**, [S. I], v. 140, p. 825-832, 2019.
13. MONROE, J. D.; STORM, A. R. The Arabidopsis  $\beta$ -amylase (BAM) gene family: diversity of form and function. **Plant Science**, [S. I], v. 276, p. 163-170, 2018.
14. FADEL, M. *et al.* Production of glucoamylase,  $\alpha$ -amylase and cellulase by *Aspergillus oryzae* F-923 Cultivated on wheat bran under solid state fermentation. **Journal of Advances in Biology; Biotechnology**, [S. I], v. 23, n. 4, p. 8-22, 2020.



15. ZHAI, L. *et al.* Crystal structure of glycogen debranching enzyme and insights into its catalysis and disease-causing mutations. **Nature communications**, [S. I], v. 7, n. 1, p. 1-11, 2016.
16. CRIPWELL, R. A.; VAN ZYL, W. H.; VILJOEN-BLOOM, M. Fungal Biotechnology: fungal amylases and their applications. **Encyclopedia of Mycology**, [S. I], v. 2, n. 1, p. 326-336, 2021.
17. MEHRVAND, J. *et al.* An evolution-based designing and characterization of mutants of cyclomaltodextrinase: Molecular modeling and spectroscopic studies. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, [S. I], v. 230, p. 118055, 2020.
18. ABDALLA; M. *et al.* One-pot production of maltoheptaose (dp7) from starch by sequential addition of cyclodextrin glucotransferase and cyclomaltodextrinase. **Enzyme and Microbial Technology**, [S. I], v. 149, p. 109847, 2021.
19. MØLLER, M. S.; HENRIKSEN, A.; SVENSSON, B. Structure and function of  $\alpha$ -glucan debranching enzymes. **Cellular and Molecular Life Sciences**, [S. I], v. 73, n. 14, p. 2619-2641, 2016.
20. FELLER, G.; BONNEAU, M.; DA LAGE, J. L. Amyrel, a novel glucose-forming  $\alpha$ -amylase from *Drosophila* with 4- $\alpha$ -glucanotransferase activity by disproportionation and hydrolysis of maltooligosaccharides. **Glycobiology**, [S. I], 2021.
21. GAENSSLE, A. L. O.; BAX, H. H. M.; JURAK, E. GH13 Glycogen branching enzymes can adapt the substrate chain length towards their preferences via  $\alpha$ -1,4-transglycosylation. **Enzyme and microbial technology**, [S. I], v. 150, p. 109882, 2021.
22. MIAO; M. *et al.* Microbial Starch-Converting Enzymes: Recent Insights and Perspectives. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [S. I], v. 17, n. 5, p. 1238-1260, 2018.
26. SAINI; R.; SAINI; H. S.; DAHIYA; A. Amylases: Characteristics and industrial applications. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, [S. I], v. 6, n. 4, p. 1865-1871, 2017.
27. ZHU, B. *et al.* Molecular characterization of CO<sub>2</sub> sequestration and assimilation in microalgae and its biotechnological applications. **Bioresource technology**, [S. I], v. 244, p.1207-1215, 2017.



31. STEFANELLO; C. *et al.* Effects of energy,  $\alpha$ -amylase, and  $\beta$ -xylanase on growth performance of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, [S. I], v. 225, p. 205-212, 2017.
23. LU, Z. *et al.* A pH-stable, detergent and chelator resistant type I pullulanase from *Bacillus pseudofirmus* 703 with high catalytic efficiency. **International journal of biological macromolecules**, [S. I], v. 109, p. 1302-1310, 2018.
30. SINGH; R. *et al.* Microbial enzymes: industrial progress in 21st century. **3 Biotech**, [S. I], v. 6, n. 2, p. 1-15, 2016.
24. CINELLI; B. A. *et al.* A brief review on the emerging technology of ethanol production by cold hydrolysis of raw starch. **Fuel**, [S. I], v. 150, p. 721-729, 2015.
25. ZHANG, S. Y. *et al.* Recombinant expression and characterization of a novel cold-adapted type I pullulanase for efficient amylopectin hydrolysis. **Journal of biotechnology**, [S. I], v. 313, p. 39-47, 2020.
28. BOTT, R.R. *et al.* **Amylase with maltogenic properties**. United States patent application publication. US 2018/0112203 A1, 20 nov. 2012, 26 abr. 2018.
29. SINDHU, R. *et al.* Molecular improvements in microbial  $\alpha$ -amylases for enhanced stability and catalytic efficiency. **Bioresource Technology**, [S. I], v. 245, n. 1, p. 1740-1748, 2017.
32. GUPTA, R.; GIGRAS, P.; MOHAPATRA, H.; GOSWAMI, V.K. & CHAUHAN, B. Microbial  $\alpha$ -amylases: a biotechnological perspective. *Process Biochem.* [S. I], v. 38, p. 1599-1616, 2003.

### **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro ao projeto. À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pelo espaço para a realização do trabalho. Ao CNPq e à FAPEMIG pelo suporte ao projeto.



## Aplicação de Quitosana na Conservação de Peixes e Derivados

Marlene Gomes Pereira<sup>1</sup>; Cristian Berto da Silveira<sup>1</sup>; Aline Fernandes de Oliveira<sup>1\*</sup>

**Resumo:** A quitosana é um polissacarídeo derivado da quitina, componente que constitui a maior parte dos exoesqueletos dos insetos, crustáceos e parede celular de fungos. Por ser um polímero natural, biodegradável, abundante e atóxico, sua aplicação em alimentos tem sido pesquisada. O objetivo deste trabalho foi estabelecer um panorama atual da aplicação e efeitos da quitosana em peixes e derivados. As pesquisas apontam que a principal aplicação da quitosana é como ingrediente de filmes biodegradáveis desenvolvidos em associação com outros ingredientes ativos e utilizados por exemplo como revestimento em peixes e derivados, onde exercem algum efeito conservador, decorrentes principalmente de suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes. O desenvolvimento de embalagens comestíveis (revestimento e filmes) tendo como ingrediente matriz a quitosana associada a outros componentes como óleos essenciais, proteínas miofibrilares, extratos naturais, ácidos, quando aplicados em amostras de filé de peixe atuaram de forma importante na inibição de micro-organismos patogênicos, na manutenção de características sensoriais (cor, textura), na inibição da oxidação lipídica, promovendo desta forma o aumento da vida útil destes alimentos. De forma análoga, a aplicação destes revestimentos e filmes em produtos processados como em salsichas de peixe e em bolinhos de peixe obtidos a partir de surimi também proporcionaram a inibição do crescimento microbiano e o aumento da vida de prateleira destes produtos. Os resultados indicam o uso promissor da quitosana na conservação deste grupo de alimentos. A valorização de certos resíduos pode ser uma solução promissora não apenas para minimizar as perdas como também para produzir produtos de alto valor agregado e com características importantes para a preservação de alimentos altamente perecíveis.

**Palavras-chave:** Embalagem ativa. Filme. Pescado. Polissacarídeo. Revestimento.

### Introdução

A quitina é o segundo polímero mais abundante na natureza depois da celulose, é insolúvel e apresenta função estrutural e protetora (1).

A quitina e a quitosana são polissacarídeos lineares, sendo constituídos por unidades de 2-acetamido-2-deoxi-D-glicopiranosose (predominante na quitina) e 2-amino-2-deoxi-D-glicopiranosose (predominante na quitosana), unidas por ligações glicosídicas  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4) (2) e (3).

---

<sup>1</sup>Docente do Departamento de Engenharia de Pesca e Ciências Biológicas, UDESC.  
E-mail para a correspondência: [aline.oliveira@udesc.br](mailto:aline.oliveira@udesc.br)



A quitina constitui um recurso renovável obtido a partir de diversas fontes biológicas. A quitosana, seu principal derivado, devido as suas propriedades, vêm sendo explorada em diferentes aplicações industriais e tecnológicas (4), como na indústria de alimentos, farmacêutica, têxtil e na indústria química (5) e (6).

A quitina e seus derivados possuem muitas atividades biológicas, como propriedades anti-câncer (7) e (8), antioxidante e antimicrobiana (9) e podem ter várias aplicações.

Uma das principais fontes de quitina é o exoesqueleto de camarões, que têm sido cultivados e explorados de forma crescente visando atender o consumo humano. O aumento na produção gera toneladas de resíduos, sendo o cefalotórax e o exoesqueleto os principais componentes que representam 50-70% dos resíduos de camarão em peso (10), e que são ricos em quitina (20-30%), proteínas (30-40%), carbonato de cálcio (20-30%) e carotenoides. A quitina é separada dos outros componentes da carapaça por processo químico que envolve as etapas de desproteinização e desmineralização. O processo de desacetilação da quitina tem como produto a quitosana (11).

A produção sustentável dos alimentos se apresenta como um desafio devido as atuais questões ambientais e ao crescimento da população mundial (13). A geração de resíduos alimentares pode ocorrer ao longo de toda a cadeia produtiva e é uma questão emergente e crítica em todo o mundo. O crescente aumento e descarte de resíduos pode levar a problemas ambientais, o que vem fomentando um forte interesse na extração de polímeros de matérias-primas renováveis (12) e (14).

Peixes e derivados são alimentos altamente perecíveis devido ao alto teor de proteínas, gorduras poli-insaturadas, enzimas endógenas e aminoácidos essenciais, que são extremamente suscetíveis à deterioração microbiana e oxidativa. Para evitar/minimizar a taxa de deterioração do peixe e dos produtos da pesca, o uso de revestimento/embalagem ativa parece ser uma estratégia confiável para garantir a manutenção/melhoria das suas propriedades físico-químicas, sensoriais (14) e microbiológicas. Revestimentos biodegradáveis constituídos de polissacarídeos são conhecidos por apresentar forte propriedade antibacteriana e antioxidante, além de prevenir a penetração de umidade, oxigênio e outros solutos, o que mantém a qualidade e prorroga a vida útil dos alimentos (15) e têm sido aplicados como revestimento de pescado. A quitosana é um dos polissacarídeos mais utilizados como ingrediente destes revestimentos, mas sua aplicação isolada é limitada devido a sua pobre capacidade antioxidante (16).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo apresentar resultados de estudos recentes sobre a aplicação e efeitos da quitosana associada a outros ingredientes ativos em peixes e derivados.





## Material e Métodos

Para a pesquisa utilizou-se a base de dados *ScienceDirect*, com os seguintes descritores: *chitosan*, *fish*, *preservation*, combinados com o uso dos operadores *booleanos* representados pelos termos conectores *and* e *or*. A identificação e a seleção dos artigos na base de dados pesquisada foram feitas em um mês, entre abril e maio de 2022. A partir dos artigos identificados pela busca na base de dados, priorizou-se pelos trabalhos publicados nos últimos dois anos e incluiu-se alguns trabalhos relevantes pelo pioneirismo, publicados anteriormente a esta data. A seleção inicial foi feita pelos títulos das publicações levantadas pelos descritores e, posteriormente, pelos resumos. Foram analisados 44 artigos e selecionados para esta breve revisão 7 artigos que contemplaram a aplicação da quitosana associada a outros compostos na conservação de peixes e derivados.

## Resultados e Discussão

### Aplicação da quitosana associada a fontes proteicas

Um estudo conduzido por Alemán *et al.* (2016) utilizou embalagens comestíveis (revestimento e filme) contendo quitosana, gelatina e concentrado de camarão em salsichas de peixe produzidas a partir de surimi obtido de polaca do alasca (*Theragra chalcogramma*). Os resultados mostraram que o uso do filme inibiu drasticamente o crescimento microbiano e reduziu o valor de pH e das bases voláteis totais (NBV-T). As salsichas se mantiveram estáveis por 42 dias sob refrigeração, tendo a vida de prateleira aumentada em 15 dias, quando comparado a salsicha controle (17).

A qualidade dos peixes é altamente afetada pela contaminação bacteriana (18). O tratamento térmico da salsicha de peixe em temperaturas de 85 a 90 °C pode não matar micro-organismos formadores de esporos, pois a salsicha de peixe apresenta condições ideais para o crescimento de micro-organismos deteriorantes e para esporos (19). Nesse sentido, há uma necessidade elevada de buscar soluções eficazes, seguras e conservantes adequados para prolongar o período de armazenamento da salsicha de peixe. Os resultados obtidos no estudo de Alemán *et al.* (2016) contribuíram de forma relevante identificando uma possibilidade de conservação da salsicha de peixe a partir de métodos não convencionais.



### **Aplicação da quitosana associada a fontes proteicas e extratos naturais**

Du *et al.* (2021) desenvolveram filmes comestíveis contendo proteína miofibrilar extraída de peixe (carpa) (FMP) e soluções de quitosana (CS) incorporadas com extrato de alecrim (RE) e aplicaram esses filmes em filés de peixe visando avaliar seu efeito conservante. Amostras de filé de peixe (4x4 cm) foram submetidas a 5 tratamentos: controle (sem uso de filme), amostras envolvidas com PVC, com filme obtido da combinação de FMP/CS, de FMP/CS/RE (0,1%) e de FMP/CS/RE (0,2%). Todas as amostras foram mantidas a 4 °C por 10 dias e avaliadas com 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias de armazenamento em relação as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs), pH, aminoácidos livres e nitrogênio das bases voláteis totais (NBV-T). TBARs é um indicador do grau de oxidação do alimento. Em todos os dias de armazenamento o valor de TBARs para a amostra controle foi maior que as demais, tornando-se significativamente maior do que todos os outros tratamentos a partir do décimo dia. A partir de seis dias os tratamentos contendo extrato de alecrim apresentaram valores significativamente menores que os demais. Os resultados indicaram que os filmes desenvolvidos protegeram os filés de peixe da oxidação lipídica, sendo o filme com a combinação de FMP/CS/RE (0,2%) o que obteve melhor resultado, mantendo os menores valores de pH, aminoácidos livres, NBV-T e TBARs (20).

### **Aplicação da quitosana associada a extratos naturais e óleo essencial**

Yan *et al.* (2021) desenvolveram filmes sensíveis ao pH contendo quitosana e enriquecido com extrato de *Butterfly pudding* (*Clitoria ternatea* L.) (extrato de flores de cor azul cultivadas no Sudeste da Ásia) e óleo essencial de canela e utilizaram estes filmes em filés de tilápia armazenados a  $4 \pm 1$  °C por 6 dias. Foi realizada nas amostras a avaliação da mudança na cor, análise de pH e nitrogênio das bases voláteis totais (NBV-T). Os resultados demonstraram que a mudança de cor dos filmes de rosa-roxo para amarelo corresponde ao ponto no qual a tilápia está deteriorada quando os valores de pH mudaram de 1 para 14. Os valores de pH e NBV-T foram fortemente correlacionados com as mudanças de cor dos filmes. Este estudo indicou que o filme contendo quitosana, óleo essencial de canela e 15% do extrato de *Butterfly pudding* apresenta potencial para ser utilizado como um filme altamente sensível ao pH no monitoramento do frescor de peixes (21).

A qualidade e a segurança dos alimentos são preocupações crescentes para os consumidores, e dentro deste contexto o uso de conservantes naturais é preferido em relação aos químicos, uma vez que se conhece sobre os efeitos adversos à saúde ocasionado por estes (22). Os óleos essenciais e a



quitosana têm surgido como promissores substitutos para os aditivos sintéticos, devido a suas reconhecidas propriedades antimicrobianas e antioxidantes (23).

### **Aplicação da quitosana associada a ácidos**

Karsli, Caglak e Prinyawiwatkul (2021) avaliaram a vida útil e as características de qualidade de filés de bagre revestidos com quitosana de alto peso molecular (800 kDa) durante o armazenamento a 4 °C. O filme que utilizou a combinação de 3% de quitosana e 3% de ácido aspártico preveniu fortemente a deterioração microbiana, reduziu as perdas no cozimento, retardou a oxidação lipídica e preservou a cor, textura e capacidade de retenção de água dos filés. A partir dos resultados químicos e microbiológicos obtidos, os autores determinaram a vida de prateleira dos filés sem revestimento que foi de 6 dias e das amostras revestidas com o filme de quitosana e ácido aspártico que foi de 8 dias nas condições de armazenamento sob refrigeração. Os efeitos positivos do uso do filme de quitosana-ácido aspártico nas características sensoriais e no aumento da vida útil sugerem que este filme pode ser aplicado em outros produtos de pescado com o mesmo objetivo (24).

Em um estudo conduzido por Chang *et al.* (2021), amostras de 30 g (5x2x3 cm<sup>3</sup>) de filés de garoupa (*Epinephelus fuscoguttatus* x *Epinephelus lanceolatus*) foram revestidas com filme plástico extrusado contendo 0,5%, 1% e 2% de quitosana e ácido polilático. O uso do filme desenvolvido com 0,5% de quitosana resultou em 95% de eficiência na inibição de micro-organismos patogênicos como *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* e *Staphylococcus aureus*. A concentração de 0,5% de quitosana apresentou a maior atividade bacteriana e reduziu significativamente a contagem de vários micro-organismos como os Coliformes, as bactérias mesofílicas, *Aeromonas*, *Vibrio* e *Pseudomonas*, além de reduzir o conteúdo de NBV-T das amostras durante o armazenamento a 4 °C por 9 dias. Os resultados demonstram o potencial promissor do filme com 0,5% de quitosana na conservação de peixes refrigerados (25).

Liu. *et al.* (2021) desenvolveram copolímeros contendo quitosana isolada e combinações de quitosana com ácidos fenólicos e aplicaram esses copolímeros em filés de robalo (*Lateolabrax japonicus*), que foram posteriormente embalados em sacos de polietileno, mantidos a 4±1 °C e analisados com 0, 2, 4, 6, 8, e 10 dias. A combinação de quitosana com ácidos fenólicos resultou em efetiva inibição do crescimento microbiano, além de retardar a descoloração, textura e qualidade sensorial dos filés. Este estudo forneceu uma aplicação prática potencial do copolímero de quitosana e ácidos fenólicos (principalmente o ácido gálico) na preservação de filés de robalo. No entanto, os



mecanismos pelos quais os copolímeros exercem o efeito preservativo ainda não está claro, o que requer mais pesquisas para elucidar sobre estes mecanismos bem como para obter aplicação mais ampla desses copolímeros em peixes (16).

### **Aplicação da quitosana associada ao vinagre**

Wang, Potoroko e Tsurulnichenko (2021) avaliaram o efeito da adição de vinagre e quitosana na formulação de bolinhos (4 cm de diâmetro) de peixe obtidos a partir de surimi produzido com truta arco-íris. Os bolinhos de peixe foram embalados a vácuo e mantidos a 4 °C por 15 dias. A aplicação de vinagre e quitosana aumentaram a estabilidade das amostras. A mistura de vinagre e quitosana em diferentes proporções melhora a solubilidade da quitosana e potencializa os efeitos antioxidante e antibacteriano. Quando 1,0 g/kg de vinagre e 0,15 g/kg de quitosana foram adicionadas as amostras, todos os resultados demonstraram que esta mistura proporcionou melhor efeito conservante. Essa combinação inibiu o crescimento microbiano, retardou os processos de deterioração da qualidade e prolongando a vida de prateleira dos bolinhos de peixe. Este estudo evidencia o potencial da mistura de vinagre e de quitosana na conservação de produtos derivados de surimi armazenados sob vácuo (26).

Uma vez que o peixe, por sua constituição, apresenta alto conteúdo de água, pH e ácidos graxos poli-insaturados que promovem condições ideais para o crescimento microbiano e para as reações de degradação (27), a busca por tecnologias que otimizem a vida de prateleira destes produtos é de extrema importância, uma vez que este alimento constitui uma excelente fonte de proteínas para consumo humano.

Os revestimentos e coberturas contendo quitosana e a aplicação direta da quitosana em formulação de produtos processados de peixe abordados nesta revisão foram capazes de prolongar a vida útil dos peixes *in natura* e derivados, mantendo suas características de qualidade físico-química, sensorial e microbiológica por maior período de tempo e retardando processos indesejáveis como a oxidação lipídica.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) são os órgãos responsáveis pelas questões regulatórias de alimentos em geral e dos produtos de origem animal, respectivamente. A ANVISA compete por exemplo a autorização de uso de ingredientes e aditivos em produtos de origem animal (*in natura* e processados) e o MAPA emite os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de



produtos de origem animal (*in natura* e processados), onde por vezes existe a determinação do uso de ingredientes (obrigatórios e/ou opcionais) para a produção de determinado produto. Estas pesquisas contribuem para o entendimento, embasamento técnico e tomada de decisão acerca da possibilidade legal de uso da quitosana associada a outros ingredientes como conservante de peixes e derivados no futuro.

## **Conclusão**

A demanda dos consumidores por conservantes naturais e a necessidade de substituir as embalagens plásticas à base de petróleo por alternativas biodegradáveis e ecológicas fortalecem as pesquisas com a quitosana, que pode ser utilizada como um componente biológico para produzir materiais de embalagens ativas de alta qualidade. Por apresentar atividade antibacteriana, antioxidante e não ser tóxica tem potencial para aplicação na conservação de peixes e derivados, estendendo a vida útil e contribuindo para a segurança destes alimentos.

Os estudos relacionados ao desenvolvimento de revestimentos contendo quitosana associada a outros compostos visando o aumento da vida útil de peixes e derivados vem ganhando espaço. Tais estudos indicam que estes revestimentos podem ser aplicados em peixes *in natura* bem como nos seus derivados processados. As pesquisas apresentam diferentes formas de aplicação e combinações de substâncias que otimizam o aumento da vida de prateleira com a manutenção das características de qualidade inerentes a cada produto.

Devido a importância dos resultados obtidos nos estudos de desenvolvimento de revestimentos contendo quitosana para aplicação em peixes e derivados, faz-se necessário realizar mais pesquisas sobre as melhores e novas formas de aplicação, combinação e concentração de ingredientes ativos, uma vez que existem peculiaridades nas características de diferentes espécies de peixes *in natura* e dos produtos processados, obtidos por diferentes processos tecnológicos e com diferentes formulações.

## **Referências Bibliográficas**

1. HAMED, I.; ÖZOGUL, F.; REGENSTEIN, J. M. Industrial applications of crustacean by-products (chitin, chitosan and chitooligosaccharides): A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 48, p. 40-50, 2016.





2. NITSCHKE, J. *et al.* A new method for the quantification of chitin and chitosan in edible mushrooms. **Carbohydrate Research**, v. 346, p. 1307-1310, 2011.
3. LI, S. W. *et al.* Chitin degradation and electricity generation by *Aeromonas hydrophila* in microbial fuel cells. **Chemosphere**, v. 168, p. 293-299, 2017.
4. JOSEPH, S. M. *et al.* A review on source-specific chemistry, functionality and applications of chitin and chitosan. **Carbohydrate Polymer Technologies and Applications**, v. 2, n. 100036, p. 1-14, 2021.
5. CASTILLO, L. A. *et al.* Active films based on thermoplastic corn starch and chitosan oligomer for food packaging applications. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 14, p. 128-136, 2017.
6. KANMANI, P. *et al.* Environmental applications of chitosan and cellulosic biopolymers: a comprehensive outlook. **Bioresource Technology**, v. 242, p. 295-303, 2017.
7. SALAH, R. *et al.* Anticancer activity of chemically prepared shrimp low molecular weight chitin evaluation with the human monocyte leukaemia cell line, THP-1. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 52, p. 333-339, 2013.
8. SHANMUGANATHAN, R. *et al.* Chitosan nanopolymers: an overview of drug delivery against cancer. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 130, p. 727-736, 2019.
9. YADAV, M. *et al.* Seafood waste: a source for preparation of commercially employable chitin/chitosan materials. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 6:8, p. 1-20, 2019.
10. SILA, A. *et al.* Chitin and chitosan extracted from shrimp waste using fish proteases aided process: efficiency of chitosan in the treatment of unhairing effluents. **Journal of Environmental Polymer Degradation**, v. 22, n. 1, p. 78-87, 2014.
11. NOURI, M. *et al.* Improvement of chitosan production from Persian Gulf shrimp waste by



response surface methodology. **Food Hydrocolloids**, v. 59, p. 50-58, 2016.

12. XIONG, X. *et al.* Value-added chemicals from food supply chain wastes: State-of-the-art review and future prospects. **Chemical Engineering Journal**, v. 375, n. 121983, p. 1-24, 2019.

13. IRASTORZA, A. *et al.* The versatility of collagen and chitosan: From food to biomedical applications. **Food Hydrocolloids**, v. 116, n. 106633, p. 1-11, 2021.

14. OLADZADABBASABADI, N. *et al.* Recent advances in extraction, modification and application of chitosan in packaging industry. **Carbohydrate Polymers**, v. 277, n. 118876, p. 1-19, 2022.

15. GALUS, S.; KADZINSKA, J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, p. 273-283, 2015.

16. LIU, J. *et al.* The preservation effects of chitosan copolymers (gallic acid and protocatechuic acid) on sea bass (*Lateolabrax japonicus*) fillets. **Aquaculture and Fisheries**, p. 1-11, 2021.

17. ALEMÁN, A. *et al.* Comparative study between film and coating packaging based on shrimp concentrate obtained from marine industrial waste for fish sausage preservation. **Food Control**, v. 70, p. 325-332, 2016.

18. JEON, Y. J.; KAMIL, J. Y. V. A.; SHAHIDI, F. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of Herring and Atlantic Cod. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 18, p. 5167-5178, 2002.

19. RAJU, C. V.; SHAMASUNDAR, B. A.; UDUPA, K. S. The use of nisin as a preservative in fish sausage stored at ambient ( $28\pm 2$  °C) and refrigerated ( $6\pm 2$  °C) temperatures. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 38, p. 171-185, 2003.

20. DU, H. *et al.* Development and characterization of fish myofibrillar protein/chitosan/rosemary extract composite edible films and the improvement of lipid oxidation stability during the grass carp



fillets storage. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 184, p. 463-475, 2021.

21. YAN, J. *et al.* A pH indicator film based on chitosan and butterfly pudding extract for monitoring fish freshness. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 177, p. 328-336, 2021.

22. MEI, J.; MA, X.; XIE, J. Review on natural preservatives for extending fish shelf life. **Foods**, v. 8, n. 10, p. 1-23, 2019.

23. BAPTISTA, R. C.; HORITA, C. N.; SANT'ANA, A. S. Natural products with preservative properties for enhancing the microbiological safety and extending the shelf-life of seafood: A review. **Food Research International**, v. 127, n. 108762, p. 1-23, 2020.

24. KARSLI, B.; CAGLAK, E.; PRINYAWIWATKUL, W. Effect of high molecular weight chitosan coating on quality and shelf life of refrigerated channel catfish fillets. **LWT - Food Science and Technology**, v. 142, n. 111034, p. 1-9, 2021.

25. CHANG, S.-H. *et al.* Antibacterial activity of chitosan-poly lactate fabricated plastic film and its application on the preservation of fish fillet. **Polymers**, v. 13, n. 696, p. 1-13, 2021.

26. WANG, J.; POTOROKO, I.; TSIRULNICHENKO, L. Wood vinegar and chitosan compound preservative affects on fish balls stability. **Food Bioscience**, v. 42, n. 101102, p. 1-7, 2021.

27. WONG, L.-W. *et al.* Use of the plasma-treated and chitosan/gallic acid-coated polyethylene film for the preservation of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets. **Food Chemistry**, v. 329, n. 126989, p. 1-9, 2020.



## **Aproveitamento de resíduos de origem vegetal na produção de alimentos fermentados: revisão**

**Valdy Gomes dos Santos<sup>1</sup>; Luiz Eliel Pinheiro da Silva<sup>2\*</sup>; Marina Lopes de Sousa<sup>1</sup>; Sílvio Jackson Félix Alves<sup>3</sup>; Najara Sousa da Silva<sup>3</sup>; Maria Lúcia Reis da Silva<sup>2</sup>; Laize Trajano Macêdo<sup>4</sup>**

**Resumo:** As frutas e vegetais são produtos alimentares consumidos *in natura* ou minimamente processados, possuindo ricas fontes em nutrientes que auxiliam na saúde do consumidor, contendo componentes para uma alimentação saudável como, vitaminas, minerais e fibras, além de apresentarem baixa densidade energética, dadas às características nutricionais das mesmas. O objetivo da pesquisa foi realizar uma pesquisa atemporal, buscando assuntos relacionados ao tema em bancos de dados. Dessa forma, a transformação dos alimentos de origem vegetal em produtos, tende a aumentar a sua vida de prateleira, além de valorizar as matérias-primas empregadas e nesse sentido, podem ser produzidas geleias, doces, polpas de frutas, frutas desidratadas e produtos fermentados, sabendo que é importante salientar que os produtos fermentados a base de vegetais têm ganhado destaque, como os de cereais, leguminosas, frutas e hortaliças, principalmente quando incorporados com bactérias probióticas, podendo desempenhar um papel potencialmente benéfico à saúde, além de um deles ser a conservação segura pela acidificação. Esses alimentos fazem parte da nossa cultura, onde coalhadas, farinhas, sucos fermentados e diversos tipos de conservas estão sendo consumidos cada vez mais e ficando gravados em nossas memórias gustativas com o passar dos anos, desde a infância aos dias atuais. Vinagres, picles, chucrute, kimchi, missô, kombucha, kefir, iogurte, queijos, salames, e uma infinidade de alimentos também podem ser fermentados, seja para o

---

<sup>1</sup>Discente do Bacharelado em Agroindústria, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal da Paraíba.

<sup>2</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>3</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Tocantins.

<sup>4</sup>Discente do Curso Técnico em Nutrição e Dietética, Colégio Agrícola “Vidal de Negreiros”, Universidade Federal da Paraíba.

E-mail para a correspondência: luiz.eliel@ufvjm.edu.br



aproveitamento sazonal dos alimentos, seja por preferência de sabores, pelas vantagens nutricionais, pela repulsa à industrializados ou mesmo na ausência de equipamento de refrigeração. Concluindo-se, que os alimentos fermentados quando consumidos podem apresentar diversos efeitos benéficos a saúde, além do mais, podem apresentar melhorias no sabor, na textura e na digestibilidade dos alimentos, aumentando a segurança alimentar e qualidade.

**Palavras-chave:** Frutas. Hortaliças. Fermentação.

## **Introdução**

As frutas e as hortaliças são importantes componentes de uma alimentação saudável, pois são fornecedoras da maior parte dos micronutrientes, fibras e componentes funcionais essenciais. Ademais, seu consumo pode ajudar a substituir alimentos com altas concentrações de gorduras saturadas, açúcar e sal, o que favorece a saúde (1). Dietas repletas de frutas e vegetais estão cada vez mais associadas com impacto positivo na saúde, principalmente sobre a obesidade, redução de cânceres e doenças cardiovasculares, devido à presença de substâncias antioxidantes (2).

De acordo com Costa Filho *et al.* (3), os resíduos surgem durante o beneficiamento de alimentos, com relação a sua conversão em produtos alimentícios. Alguns resíduos não se integram aos produtos como componentes e necessitam serem excluídos, este tipo de resíduo é eliminado dos alimentos durante o seu processamento e, por estratégias tecnológicas se tornam subprodutos

Com grandes perspectivas, a tendência atual é que subprodutos como bagaço, casca e sementes possam ser incluídos ainda mais como ingredientes potenciais em formulações de alimentos ou matérias-primas, com intuito de realizar extração de compostos bioativos como, fenólicos, carotenoides, óleos essenciais e vitaminas, além de minerais e agentes antimicrobianos (4). Ressaltando que os resíduos podem ser utilizados como matérias-primas de grande interesse industrial e aplicados na produção de inúmeros produtos de valor agregado, que incluem, biocombustíveis, biopolímeros, produtos químicos, fertilizantes, entre outros, (5), além de novos produtos na área alimentícia.





A transformação dos alimentos de origem vegetal em produtos, tende a aumentar sua vida de prateleira e a valorização desses alimentos. Nas quais são produzidos geleias, doces, polpas de frutas, frutas desidratadas e produtos fermentados (6).

Existem diversos métodos de conservação, entre eles a fermentação, sendo um dos métodos mais antigos que garantem durabilidade, segurança microbiológica, além de adicionar sabores característicos desejados, além de facilitar a digestão, sendo importante ressaltar que a maioria dos ingredientes utilizados para produtos fermentados são de origem vegetal. Diante dos benefícios apresentados, o objetivo do presente trabalho é realizar uma breve revisão de literatura sobre a elaboração de produtos fermentados, a partir do reaproveitamento de resíduos de frutas e hortaliças (7),

## **Material e métodos**

Foi realizada uma pesquisa atemporal sobre o aproveitamento de resíduos de origem vegetal na produção de alimentos fermentados. Os dados foram coletados em diferentes fontes de bancos de dados: Google scholar, Science direct, entre outros. A informação recolhida incidiu principalmente transformando os dados em uma breve revisão de literatura.

- **Alimentos de origem vegetal**

As frutas e hortaliças são importantes componentes de uma alimentação saudável e possuem elevado conteúdo de nutrientes como, vitaminas, minerais e fibras, além de apresentarem baixa densidade energética. O consumo adequado desses alimentos favorece a redução da ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), a exemplo da obesidade, diabetes *mellitus*, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e cânceres (8).

De acordo com Dagostin *et al.* (9), a alimentação é um dos principais fatores determinantes para a obtenção de uma vida equilibrada e saudável, permitindo manter o organismo humano e animal nutrido e fortalecido, sabendo que uma dieta com alto consumo de vegetais e fibras reduz o pH intestinal e impede o crescimento de potenciais bactérias patogênicas (10). A alimentação com vegetais proporciona a ingestão de uma ampla diversidade de nutrientes, além de conter substâncias fitoquímicas capazes de proteger as células por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antiproliferativas. Essa proteção pode ser ampliada pela atuação sinérgica de vários



fitoquímicos, tornando sua utilização mais importante na proteção da saúde do que na obtenção de seus nutrientes (11).

- **Aproveitamento de resíduos na indústria alimentícia**

O termo “resíduo” na indústria de alimentos é utilizado para descrever a parte da matéria prima não utilizada ou rejeitada durante o processamento do produto principal, podendo ser apresentada na forma líquida ou sólida, como no caso do bagaço de frutas, por exemplo. Atualmente, já existem vários estudos e pesquisas direcionadas ao aproveitamento desses resíduos de maneira sustentável, visando agregar valor a outros produtos ou mesmo produzir novos produtos, como as farinhas e diversos novos produtos (12).

A destinação dos resíduos gerados no processamento de alimentos é um dos principais problemas ambientais gerados pelo setor agroindustrial, que na maioria das vezes, são despejados no meio ambiente. Esses resíduos descartados, habitualmente, não fazem parte do nosso cardápio, sendo que poderia ser reaproveitados, entretanto, devido à falta de informação e conhecimento dos benefícios desses alimentos e das formas corretas de preparo, acaba jogando fora todo o resíduo propício para o consumo. salientando que a utilização de cascas, folhas e talos pode diminuir os gastos com alimentação, melhorar qualidade nutricional das refeições, assim realizando a redução dos alimentos desperdiçados (13).

O aproveitamento de resíduos agroindustriais, principalmente cascas e sementes se mostram como uma grande oportunidade de desenvolvimento de subprodutos, agregação de valor perdido e utilização sustentável desses resíduos. Esses resíduos podem ser utilizados no desenvolvimento de novos produtos, onde vem sendo explorados com mais intensidade, devido às grandes variedades e quantidades disponíveis (14). é importante ressaltar que esses resíduos possuem consideráveis quantidades de fibras, proteínas e grande atividade antioxidante, onde fornecem efeitos positivos para a saúde humana.

- **Alimentos fermentados**

Os produtos fermentados a base de vegetais têm ganhado destaque, produtos obtidos através de cereais, leguminosas, frutas e hortaliças, principalmente quando incorporados com bactérias probióticas, podendo desempenhar um papel potencialmente benéfico à saúde. De acordo com TRENNEPOHL *et al.*, (15), os probióticos e prebióticos são



conhecidos como promotores da vitalidade da microbiota intestinal. Os probióticos são caracterizados como microrganismos vivos, que quando consumidos em quantidades adequadas, promovem benefícios à saúde do hospedeiro, enquanto os prebióticos possuem capacidade de estimular o crescimento desses microrganismos, conferindo uma série de benefícios ao organismo. Na tabela 1 logo a seguir, apresenta alguns exemplos de probióticos e prebióticos.

**Tabela 1-** Exemplos de probióticos e prebióticos

<b>PROBIÓTICOS</b>	<b>PREBIÓTICOS</b>
<b>LACTOBACILLUS</b>	<b>FIBRAS INSOLÚVEIS</b>
l. acidophilus	Lignina
l. fermentum	Celulose
l. plantarum	Hemicelulose
<b>BACILLUS</b>	<b>FIBRA SOLÚVEL</b>
b. infantis	Pectina
b. animalis	$\beta$ -glicanos;
<b>BIFIDOBACTERIUM</b>	<b>FRUTANOS</b>
b. infantis	Inulina
b. lactis	Xilobiose
b. longum	Oligofrutose

**FONTE:** (16).

Os probióticos, podem ter sua ação relacionada a diversos mecanismos, como eliminação de radicais livres, aceleração do trânsito intestinal e incrementação da resposta imune (16). Exemplos de probióticos comumente usados são Lactobacilos, Bifidobactérias, estreptococos além de outros bacilos (17).

Prebióticos se trata de ingredientes alimentares não digeríveis, sendo a maior parte carboidratos, que auxiliam na proliferação de uma microbiota do cólon saudável a qual surte efeitos benéficos à homeostase sistêmica como um todo. São os principais substratos de crescimento dos microrganismos dos intestinos, não digeridos no intestino delgado que, ao atingir o intestino grosso, são metabolizados seletivamente por algumas bactérias denominadas benéficas, auxiliando-as em seu crescimento e metabolismo gerando microbioma intestinal saudável (18).

o uso de prebióticos derivados da lactose (associados aos probióticos) é fortemente relacionado à prevenção do câncer de cólon e outras doenças que envolvem a inflamação



gastrointestinal e/ou sistêmica como colites e doenças crônicas. Os mecanismos mais prováveis para esses efeitos são: modulação de enzimas xenobióticas; imunomodulação; supressão de espécies reativas de oxigênio; e modulação genética. (19).

Sabendo que a fermentação, apesar de ser uma técnica antiga, vem sendo cada vez mais empregada na indústria de alimentos para prolongar a vida útil e melhorar as qualidades nutricionais e sensoriais dos alimentos (20). As alternativas vegetais ainda podem ser consideradas matérias-primas ricas em certos nutrientes como vitaminas e minerais, compostos bioativos como antioxidantes e fibras alimentares (21).

Pesquisas apontam que extratos de fontes vegetais possuem características nutricionais como minerais, vitaminas e antioxidantes, que beneficiam os probióticos, mas especialmente pela disponibilidade de fibras e carboidratos não digeríveis como os oligossacarídeos que servem como substrato para as bactérias ácido-lácticas e podem atuar como prebióticos estimulando o seu crescimento (22). Os alimentos fermentados estão pré-digeridos e dessa maneira nos favorecerem no processo digestivo, tornando o alimento mais biodisponíveis e com inúmeros benefícios, como por exemplo: os grãos de cereais, são utilizados principalmente em pães de fermentação natural ácido láctica e possuem um aumento na disponibilidade do aminoácido essencial, lisina, assim, apresentando diversas possibilidades de utilização (23). Salientando que a fermentação é uma transformação da matéria e do significado devido ao trabalho cooperativo de diversos seres vivos (24).

- **Utilização de resíduos de alimentos de origem vegetal em produtos fermentados**

Os resíduos agroindustriais, como bagaço de cana, espiga de milho e farelo de arroz, têm sido amplamente investigados para serem aproveitados como matéria-prima para diferentes estratégias de fermentação com vistas à produção de biomoléculas (25). Logo, tem-se que uma grande gama de subprodutos são gerados durante o processamento industrial dos resíduos agroindustriais. Em geral, não há nenhuma aplicação direta desses resíduos, como: caule, folhas, sementes, polpa de frutas, legumes e cereais. No entanto, esses resíduos são ricos em açúcares, fibras, proteínas e minerais que são essenciais para síntese de produtos bioativos por microrganismos (26).

Grande parte dos avanços nessa área são derivados das descobertas recentes nas áreas de genética, fisiologia e metabolismo de microrganismos. A diversidade genética e



metabólica dos microrganismos tem sido explorada há muitos anos visando a obtenção de produtos biotecnológicos, tais como a produção de antibióticos (estreptomicina, penicilina, etc.), de alimentos (cogumelos), processamento de alimentos (queijo, iogurte, pão, vinagre, etc.), bebidas alcoólicas (vinho, cerveja, etc.), ácidos orgânicos (cítrico e fumárico), álcoois (etanol), alimentos fermentados (molho de soja) (27).

Os alimentos fermentados apresentam inúmeros benefícios à saúde humana, sendo um deles a conservação segura pela acidificação. Esses alimentos fazem parte da nossa cultura, onde coalhadas, farinhas, sucos fermentados e diversos tipos de conservas estão sendo consumidos cada vez mais e ficando gravados em nossas memórias gustativas com o passar dos anos, desde a infância aos dias atuais. Vinagres, pickles, chucrute, kimchi, missô, kombucha, kefir, iogurte, queijos, salames, e uma infinidade de alimentos também podem ser fermentados, seja para o aproveitamento sazonal dos alimentos, seja por preferência de sabores, pelas vantagens nutricionais, pela repulsa à industrializados ou mesmo na ausência de equipamento de refrigeração (23).

## **Conclusão**

A reutilização dos resíduos de alimentos de origem vegetal, tais como cascas, bagaço, sementes, como matéria prima para processamento de novos produtos alimentícios são de grande interesse econômico para as indústrias, pois além de agregar valor ao subproduto, o aproveitamento total desses resíduos reduz o impacto ambiental. Os resíduos de frutas apresentam uma boa composição nutricional, podendo ser aplicadas de inúmeras formas para o reaproveitamento, entre eles, em produtos fermentados. Ressaltando que os alimentos fermentados, quando consumidos com regularidade, podem apresentar diversos efeitos benéficos a saúde do consumidor, além disso, podem apresentar melhorias no sabor, na textura e na digestibilidade dos alimentos, aumentando a segurança e o prazo de validade.

## **Referências Bibliográficas**

1. FIGUEIRA, Taís Rocha; LOPES, Aline Cristine Souza; MODENA, Celina Maria. Barreiras e fatores promotores do consumo de frutas e hortaliças entre usuários do Programa Academia da Saúde. **Revista de Nutrição**, v. 29, p. 85-95, 2016.





2. NEGRI, Talita Costa; BERNI, Paulo; BRAZACA, Solange. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. **Biosaúde**, v. 18, n. 2, p. 82-96, 2016.
3. COSTA FILHO, D. V. et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. In: **II Congresso Internacional das Ciências Agrárias–COINTER–PDVAgro**. 2017.
4. SANCHO, S. O. et al. Characterization of the Industrial Residues of Seven Fruits and Prospection of Their Potential Application as Food Supplements. **Journal Of Chemistry**, [S.L.], v. 2015, p. 1-8, 2015.
5. CUI, Y. et al. Degradation of lignocellulosic components in un-pretreated vinegar residue using an artificially constructed fungal consortium. **BioResources**, v. 10, n. 2, p. 3434-3450, 2015.
6. WENDHAUSEN, L. F. **Fermentados alcoólicos de frutas: uma revisão sobre as etapas e parâmetros de produção, características físicoquímicas e potencial bioativo das bebidas**. 2022. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.
7. ŞANLIER, N.; GÖKCEN, B. B.; SEZGIN, A. C. Health benefits of fermented foods. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 59, n. 3, p. 506-527, 2019.
8. OLIVEIRA, M. S. et al. Consumo de frutas e hortaliças e as condições de saúde de homens e mulheres atendidos na atenção primária à saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, p. 2313-2322, 2015.
9. DAGOSTIN, C. T.; RIGO, F. K.; DAMÁZIO, L. S. Associação entre alimentação vegetariana e a prevenção do câncer colorretal: uma revisão de literatura. **Revista Contexto & Saúde**, v. 19, n. 37, p. 44-51, 2019.
10. TOMASELLO, G. et al. Nutrition, oxidative stress and intestinal dysbiosis: Influence of diet on gut microbiota in inflammatory bowel diseases. **Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub**, v. 160, n. 4, p. 461-466, 2016.
11. SILVA, S. C. et al. **Linhas de orientação para uma alimentação vegetariana saudável**. Portugal: Direção Geral da Saúde. 2015.
12. GOMES, M. S. et al. Aproveitamento de cascas de banana para a produção de farinha e aplicação como ingrediente em bolos. **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Gramado, 2016.



13. MOREIRA, W. M. et al. Aproveitamento Integral dos Alimentos: capacitação de merendeiras para implementação de alimentação sustentável e nutritiva. **IV Encontro Nacional da Agroindústria**, [S.L.], p. 1-7, 2018.
14. SEVERINO, K. L. P. et al. Potencial uso de sementes de abóbora (*Cucurbita moschata*) como aproveitamento de resíduo. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2019.
15. TRENNEPOHL, Fabiane Tanise et al. **Prebióticos e Probióticos**. Tese de Doutorado. Instituto Federal Farroupilha. 2019.
16. DIAS, Dayse Cristina Gonçalves et al. Probióticos, prebióticos e simbióticos em uso clínico: Uma revisão sistemática Probiotics, prebiotics and symbiotics in clinical use: A systematic. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 4, p. 18276-18287, 2021.
17. XINIAS, Ioannis et al. A synbiotic infant formula with high magnesium content improves constipation and quality of life. **Pediatric Gastroenterology, Hepatology & Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 28-33, 2018.
18. KAREB, Ourdia; AÏDER, Mohammed. Whey and its derivatives for probiotics, prebiotics, synbiotics, and functional foods: a critical review. **Probiotics and antimicrobial proteins**, v. 11, n. 2, p. 348-369, 2019.
19. GIBSON, Glenn R. et al. Documento de consenso de especialistas: A declaração de consenso da Associação Científica Internacional de Probióticos e Prebióticos (ISAPP) sobre a definição e o escopo dos prebióticos. **Nature reviews Gastroenterology & hepatology**, v. 14, n. 8, p. 491-502, 2017.
20. BOURDICHON, F. et al. Food fermentations: microorganisms with technological beneficial use. **International journal of food microbiology**, v. 154, n. 3, p. 87-97, 2012.
21. SEPTEMBRE, M. et al. Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. **Food Research International**, v. 104, p. 86-99, 2018.
22. SHORI, A. B. Application of *Bifidobacterium* spp in beverages and dairy food products: an overview of survival during refrigerated storage. **Food Science And Technology**, v. 42, p. 1-11, 2022.
23. COSTA, Edna; ELENICE, OLIVEIRA. **Os Benefícios dos Alimentos Fermentados**, p. 1-3, 2020.



24. HEY, M.; KETCHUM, A. Fermentação como Engajamento: em conexões mais do que humanas e materialidade/La fermentation comme moyen d'engagement: les relations et la matérialité au-delà du monde humain. **Cuizine: The Journal of Canadian Food Cultures/Cuizine: Revue des cultures culinaires au Canada**, v. 9, n. 1, 2018.
25. RAVINDRAN, Rajeev et al. A review on bioconversion of agro-industrial wastes to industrially important enzymes. **Bioengineering**, v. 5, n. 4, p. 93, 2018.
26. PANESAR, P. S. et al. Bio-processing of agro-industrial wastes for production of food-grade enzymes: progress and prospects. **Applied Food Biotechnology**, v. 3, n. 4, p. 208-227, 2016.
27. ALENCAR, V. N. S. et al. RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS: uma alternativa promissora e sustentável na produção de enzimas por microrganismos. **Ciência, Tecnologia e Inovação: do campo à mesa**, [S.L.], p. 1-16, 2020. Instituto internacional Despertando Vocações.



## Celulases: o que são e aplicação industrial

**Jhannes Cleiton de Carvalho<sup>1</sup>; Adeline Cristina Pereira Rocha<sup>2</sup>; Vivian Machado Benassi<sup>3\*</sup>**

**Resumo:** A celulose é um dos principais produtos da fotossíntese, sendo o polímero orgânico mais abundante encontrado na Terra, observado naturalmente nas plantas, algas e outros organismos como certas bactérias, fungos e protozoários. A celulose é um homopolissacarídeo linear que consiste em milhares de D-glicose unidas por ligações *O*-glicosídicas, formando cadeias de celulose não ramificadas. A degradação da celulose é vital para o ciclo global do carbono, representando um importante fluxo do reservatório de carbono fixo para a atmosfera. Esse polímero é hidrolisado em monômeros de D-glicose devido à ação sinérgica de enzimas do sistema celulolítico, sendo essas a endoglucanase, exoglucanase e  $\beta$ -glicosidase. Estudos acerca desses biocatalisadores vêm crescendo, fazendo com que eles se tornem de grande interesse industrial, podendo ser aplicados em diversas áreas como na produção de detergentes, indústria de alimentos, indústria farmacêutica, na produção de álcool e entre outros. Vale citar que nem todos os organismos conseguem produzir celulases, bem como sintetizar essas enzimas com alta eficiência sobre seu substrato de ação, assim, a busca por microrganismos produtores de celulases e a otimização da produção desse catalisador continua sendo um obstáculo significativo, sendo o principal alvo para pesquisas e desenvolvimento. Dessa forma, inicialmente faz-se necessário um estudo na literatura minucioso acerca das enzimas celulolíticas e suas possíveis aplicações biotecnológicas.

**Palavras-chave:** Biotecnologia. Bioprocessos. Enzimas.

### Introdução

Enzimas são catalisadores biológicos muito potentes e eficazes. Uma das características notáveis das enzimas quando comparadas com catalisadores químicos é sua especificidade pelo substrato de ação, atuando em pequenas concentrações e formando produtos de maior interesse biotecnológico. Além disso, por serem biodegradáveis não causam danos à natureza (1). Dentre as diversas enzimas de interesses industriais, destacam-se as celulases, que são capazes de hidrolisar materiais celulósicos fazendo com que os açúcares contidos em sua composição, sejam liberados (2,3,4).

---

<sup>1</sup>Graduando em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Doutoranda em Biocombustíveis, Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

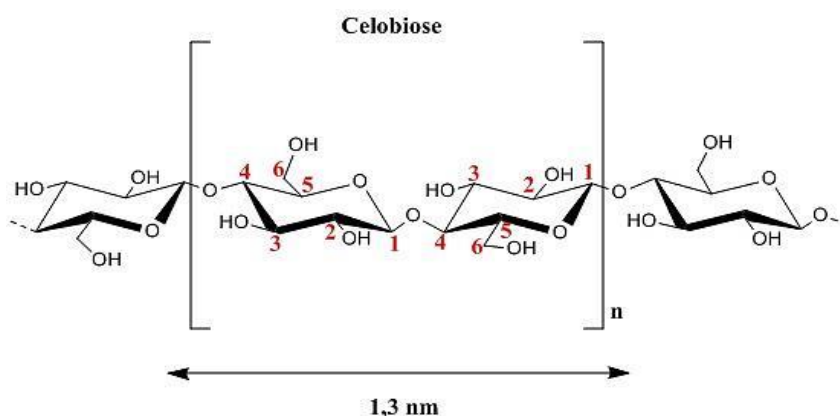
<sup>3</sup>Professora Efetiva, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

E-mail para a correspondência: vivian.benassi@ufvjm.edu.br

As paredes celulares das plantas são constituídas por lamela média, parede celular primária e parede celular secundária, essencialmente formadas por celulose, hemicelulose, pectina e lignina, formando uma estrutura complexa que fornece rigidez e proteção contra ataques de patógenos (5).

A composição química e a abundância relativa dos compostos da parede celular vegetal varia entre diferentes plantas, tecidos e estágios de desenvolvimento de uma planta (6). Dentre os diversos polímeros, destaca-se a celulose, homopolissacarídeo linear constituído por D-glicose unidos por ligações do tipo  $\beta$ -1,4 (Figura 1), estima-se que a cada 24 a 36 cadeias de celulose em paralelo interajam firmemente por interações do tipo Van der Waals e interações de hidrogênio entre os grupos hidroxila na glicose em uma cadeia e átomos de oxigênio na mesma ou na cadeia vizinha (7).

Figura 1 – Estrutura do homopolissacarídeo celulose constituído por unidades monoméricas de D-glicose.



Fonte: Dos autores, 2022.

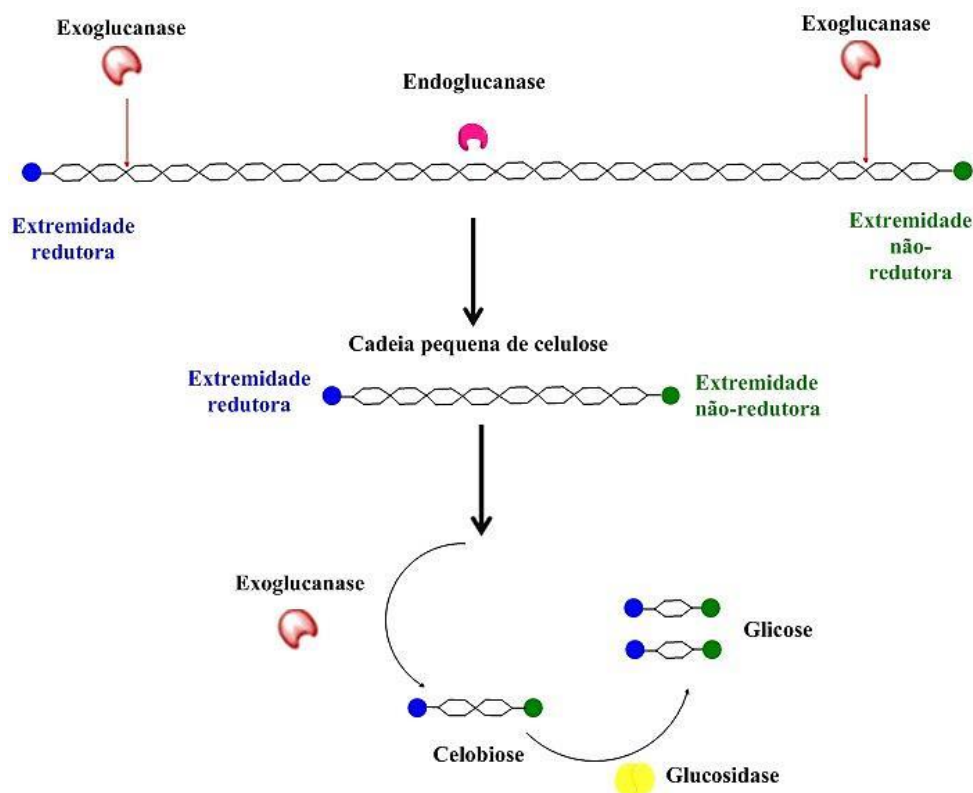
A hidrólise completa da molécula de celulose requer a ação sinérgica das enzimas do sistema celulolítico, glicosil hidrolases (GH), que degradam a celulose em oligossacarídeos de cadeia curta, como celodextrina e celobiose, e eventualmente em glicose (8). Vale citar que, de uma certa forma, as GHs hidrolisam as ligações glicosídicas invertendo ou retendo o mecanismo catalítico, cuja diferença está em saber se a clivagem enzimática altera a configuração do carbono C1 do substrato (9).

As celulasas são classificadas em três tipos com base em suas funções: (1) endoglucanases (EC 3.2.1.4), caracterizadas por atacarem aleatoriamente a região amorfa das cadeias de celulose, hidrolisando as ligações glicosídicas gerando novos terminais para



a hidrólise posterior; (2) exoglucanases, também conhecidas como celobiohidrolases, atuantes sobre os oligossacarídeos de cadeia longa gerados tanto a partir das extremidades reductoras (EC 3.2.1.176) quanto não reductoras (EC 3.2.1.91), movendo-se ao longo das cadeias de celulose de forma unidirecional e processiva. A ação hidrolítica das exoglucanases gera oligossacarídeos de cadeia curta, principalmente celobiose, que é hidrolisado em D-glicose pela ação das (3)  $\beta$ -glicosidases (EC: 3.2.1.21) (1,10) (Figura 2).

Figura 2 - Ação das enzimas do sistema celulolítico sobre o substrato celulose.



Fonte: Dos autores, 2022.

Dito isso, esse trabalho de revisão teve como objetivo abordar as enzimas do complexo celulolítico e suas aplicações industriais.

### Endoglucanases (EnG)

As endoglucanases são as enzimas do complexo celulolítico responsáveis por iniciar a hidrólise. Elas atacam a parte amorfa da celulose clivando as ligações internas nas microfibras, diminuindo assim, o tamanho da cadeia, liberando oligossacarídeos de diversos graus de polimerização e, conseqüentemente, dois novos terminais. O terminal



reductor é quando a glicose possui a hidroxila do carbono anomérico (C1) livre e o não reductor quando a hidroxila do carbono anomérico participa da ligação com a glicose adjacente. A EnG é a enzima celulolítica responsável pela rápida solubilização do polímero celulósico, devido à sua fragmentação em oligossacarídeos (2). A carboximetilcelulose (CMC) é utilizada como substrato preferencial para a atividade dessas enzimas, devido ao seu alto grau de polimerização e baixa cristalinidade (11).

### **Exoglucanases (ExG)**

As exoglucanases são constituídas por celobiohidrolases (CBH) e glucanohidrolases, que é pouco reportada, mas possui estratégia de liberar glicose direto da fibra celulósica. A CBH participa da hidrólise primária da fibra e é responsável pela amorfogênese, embora ainda não seja um fenômeno completamente elucidado, sabe-se que envolve uma ruptura física do substrato, acarretando na desestratificação das fibras, pelo aumento das regiões intersticiais. A amorfogênese promove aumentos na taxa de hidrólise da celulose, por tornar amorfas as regiões cristalinas do polímero, deixando-o mais exposto às celulasas (10). A CBH é dividida em dois tipos: enzima do tipo I, que hidrolisa terminais redutores, enquanto a do tipo II hidrolisa terminais não redutores (12). As CBH sofrem inibição pelo seu produto de hidrólise, a celobiose, por isso é de grande importância a atuação de outras enzimas do complexo celulolítico (13).

### **$\beta$ -Glicosidases (BG)**

As  $\beta$ -glicosidases tem a propriedade de hidrolisar celobiose em D-glicose reduzindo a inibição das endoglucanases e exoglucanases, chegando ao final da hidrólise do polímero celulose (10, 14).

### **Aplicações industriais**

A produção de celulasas em escala industrial começou na década de 80, visando sua aplicação como aditivo para ração animal. Com o tempo, objetivando melhorar propriedades sensoriais de massas, começaram a ser utilizadas como um insumo para a indústria de alimentos e atuar no processamento de bebidas, promovendo a clarificação de sucos de frutas e vinhos e a manutenção de uma reologia estável do produto final (15).

Posteriormente, as enzimas celulolíticas começaram a ser utilizadas em larga escala na indústria têxtil, com os processos de biopolimento e bioestonagem de polpa e papel,



para a modificação controlada de propriedades mecânicas da polpa e liberação de tintas da superfície das fibras a serem recicladas. Já na década de 90, as celulases, juntamente com as hemicelulases, representavam mais de 20% do mercado mundial de enzimas (15).

A celulase é amplamente utilizada como enzimas hidrolisantes para quebrar a celulose em vários bio-empreendimentos, como celulose e papel, têxtil, lavanderia, alimentos e rações, cerveja e indústrias agrícolas (16,17, 18, 19, 20).

### **Indústria de alimentos**

A enzima celulase desempenha um papel significativo na indústria de alimentos, podendo atuar de forma independente ou em combinações com outras enzimas como a pectinases e xilanases, dando origem aos chamados coquetéis enzimáticos (21).

Na indústria de alimentos, as celulases são utilizadas em processos de maceração, geralmente em conjunto com hemicelulases e pectinases na extração de suco de frutas e óleo de sementes (22). Também possuem importante papel na filtração e clarificação de sucos de frutas, aumentando a efetividade da extração da cor de sucos e na liquefação do tecido vegetal, o que permite melhor extração dos pigmentos dos frutos (23).

No setor de bebidas, as celulases atuam aumentando o sabor e aroma, bem como diminuindo o amargor de frutas cítricas na produção de sucos; também são utilizadas na transformação de café torrado em café instantâneo; atuam na remoção dos polifenóis na produção de chás, além de proporcionar uma melhoria significativa na qualidade e estabilidade no processo de produção de vinho. Vale citar ainda que na produção de azeite o uso de celulases proporciona aumento no conteúdo de antioxidantes, além de melhorar o rendimento e a qualidade do produto melhorando assim o processo de extração do azeite (21, 22, 23, 24).

Na fabricação de cervejas, para eliminar o problema da drenagem do mosto e formação de gel, o uso de celulases provou ser eficiente para melhorar a extração do malte, proporcionando uma boa qualidade da matéria-prima, apesar das variações sazonais nas culturas de cevada. Vale citar que ao se utilizar celulases, o processo de filtração pode ser reduzido em até 30% e o conteúdo de  $\beta$ -glucanos em até 90% usando celulases que, em última análise, leva ao aumento da taxa de fermentação e ao rendimento da cervejaria (25,26).

Desde sempre, pode-se notar um grande esforço em melhorar o valor nutritivo de rações para animais utilizando as enzimas, visto que o milho, o farelo de soja e outros



ingredientes comumente utilizados em dietas de alguns animais podem ser potencializados por meio da adição adequada de complexo multienzimático. Assim, as enzimas além de melhorar a eficiência de utilização dos alimentos, contribuem para melhor uso de ingredientes de baixo custo para a alimentação animal (27).

Pode-se observar que a aplicação de processos biotecnológicos para obter produtos de alto valor agregado a partir de recursos renováveis de biomassa hemicelulósica tem recebido muita atenção na última década. Destacando-se o uso de enzimas, em especial as celulasas, para a hidrólise da celulose e formação dos oligos e monossacarídeos D-glicose.

### **Conclusão**

A partir desse trabalho foi possível perceber o quão importante é o estudo sobre o sistema celololítico e a vasta aplicação em processos industriais. Tendo ciência que atualmente há uma busca incessante por formas de diminuir os danos ambientais, bem como de melhorar os processos industriais a fim de obter produtos com maior qualidade e maior tempo de prateleira. Podendo concluir que o uso e entendimento das funcionalidades das enzimas, em especial a celulasas, é de suma importância devido à sua aplicação em processos biotecnológicos.

### **Referências Bibliográficas**

1. LYND, L.R.; ZHANG, Y. Quantitative determination of cellulase concentration as distinct from cell concentration in studies of microbial cellulose utilization: Analytical framework and methodological approach. **Biotechnology and Bioengineering**. v. 77, n. 4, p. 467-475. 2002.
2. OLSSON, L.; HAHN-HAGERDAL, B. Fermentation of lignocellulosic hydrolysates for ethanol production. **Enzyme Microbiology Technology**, v. 18, n. 5, p. 312-331, 1996.
3. MARGEOT A. *et al.* New improvements for lignocellulosic ethanol. **Current Opinion Biotechnology**. v.30, n. 3, p.372-380, 2009.
4. CASTRO, M. A.; PEREIRA Jr. N. Produção, propriedades e aplicação de celulasas na hidrólise de resíduos agroindustriais. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 181-188, 2010.



5. SINGH, A. An overview on the recent developments in fungal cellulase production and their industrial applications. **Bioresource Technology Reports**, v. 14, p. 100652, 2021.
6. RYTIOJA, J. *et al.* Plant-polysaccharide-degrading enzymes from basidiomycetes. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 78, n. 4, p. 614-649, 2014.
7. FERNANDES, A. N. *et al.* Nanostructure of cellulose microfibrils in spruce wood. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 47, p. E1195-E1203, 2011.
8. OBENG, E. M. *et al.* Lignocellulases: a review of emerging and developing enzymes, systems, and practices. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 4, n. 1, p. 1-22, 2017.
9. ESCUDER-RODRÍGUEZ, J.J. *et al.* Cellulases from thermophiles found by metagenomics. **Microorganisms**, v. 6, n. 3, p. 66, 2018.
10. ZHANG, Y.H.P. *et al.* Outlook for cellulase improvement: Screening and selection strategies. **Biotechnology Advances**, v. 24, n.5, p. 452-481, 2006.
11. BHAT, M. K.; BHAT, S. Cellulose degrading enzymes and their potential industrial applications. **Biotechnology Advances**, v. 15, n. 2, p. 583-620, 1997.
12. BON, E.P.S. *et al.* **Enzimas na produção de etanol. In: Enzimas em Biotecnologia: Produções, Aplicações e Mercado.** 1ª ed. Rio de Janeiro. Interciência Brasil, 2008.
13. PETROVA, S.D. *et al.* Properties of two endoglucanases from a mutant strain *Trichoderma* sp. M7. **Biotechnology Letters**. v, 24, n. 5, p. 2104-2111, 2002.
14. ZANCHETTA, A. Celulases e suas aplicações. Disponível em: <<http://www1.rc.unesp.br/ib/ceis/mundoleveduras/2013/Celulases.pdf>>. Acesso em: 07 abril. 2022.





15. SANTOS, S.F.M. **Estudo da Produção de Pectinases por Fermentação em estado sólido utilizando pedúnculo de caju como substrato**. 2007. 132f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

16. JAYASEKARA, Sandhya; RATNAYAKE, Renuka. Microbial cellulases: an overview and applications. **Cellulose**, v. 22, 2019.

17. YUAN, B. *et al.* A novel recycling system for nano-magnetic molecular imprinting immobilised cellulases: Synergistic recovery of anthocyanin from fruit and vegetable waste. **Bioresource technology**, v. 222, p. 14-23, 2016.

18. MARROQUES, J.C. **Aplicação de enzimas na indústria têxtil**. 2020. 38f. Universidade Federal de Uberlândia - Trabalho de Conclusão de Curso do curso (Engenharia Química), Uberlândia, 2020.19. TYNDALL, R. M. Application of cellulase enzymes to cotton fabrics and garments. **Textile Chemist and Colorist**, v. 24, n. 6, p.23-26, 1992.

20. FREITAS, K. R. **Estabilização enzimática para aplicação em biopurga de tecidos de malhas de algodão**. 2009. 175f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

21. DA SILVA, W. B. *et al.* Monitoramento tecnológico da aplicação de enzimas celulolíticas: panorama mundial e brasileiro. **RevistaGEAMA, ScientificJournal of Environmental Sciences and Biotechnology**, 7(2): 48-58, agosto2021.

22. DIEDRICH, S. *et al.* Celulase, produção e substratos para a indústria alimentícia - revisão bibliográfica. In: XVIII Seminário Inter institucional de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade de Cruz Alta, 2013, Rio Grande do Sul. **Conference: XVIII Seminário Inter institucional de Ensino, Pesquisa e Extensão – UNICRUZ**, Rio Grande do Sul: Cruz Alta, 2013.



23. MUSSATTO S.I. *et al.* Technological trends, global market, and challenges of bio-ethanol production. **Biotechnology Advances**, v.28, n. 6, p.817-830, 2010.
24. DOS SANTOS CAMARGO, Gabrielle et al. Ação das enzimas celulase, invertase, pectinase e xilanase na produção de vinhos—uma revisão sistemática da literatura Activity of cellulase, invertase, pectinase and xylanase enzymes in wine production-a systematic literature review. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 5, p. 19296-19317, 2021.
25. OGEDA, T.L.; PETRI, D.F.S. HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE BIOMASSA. **Química Nova**, v. 33, n. 7, p.1549-1558, 2010.
26. SCHEFFLER, A.; BAMFORTH, C. W. Exogenous  $\beta$ -glucanases and pentosanases and their impact on mashing. **Enzyme and microbial technology**, v. 36, n. 5-6, p. 813-817, 2005.
27. Perim, F.S. **Celulase em rações para frangos de corte de um a 21 dias de idade**. 2014. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto Federal De Educação Ciência E Tecnologia Goiano, Câmpus Rio, Rio Verde, 2014.

### **Agradecimentos**

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e ao Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP) pelo espaço para a realização do trabalho. À CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte ao projeto.



## Processos de imobilização de enzimas visando aplicação biotecnológica

Tarcisio Michael Ferreira Soares de Oliveira<sup>1</sup>; Alice Gomes Miranda<sup>2</sup>; Ana Luíza Martins Rodrigues<sup>3</sup>; João Guilherme Sales Silva<sup>3</sup>; Vivian Machado Benassi<sup>4</sup>

**Resumo:** Os catalisadores químicos são limitados por apresentarem entre outras características, pouca versatilidade, inespecíficos aos substratos de ação e causadores de danos ao ambiente. Em contrapartida, as enzimas são catalisadores biológicos versáteis e biodegradáveis, sendo empregados em diversos seguimentos industriais, em especial no ramo alimentício. Nas últimas décadas, tem-se desenvolvido a técnica de imobilização enzimática com o objetivo de reutilizar as enzimas no mesmo processo biotecnológico, apresentando entre outras vantagens, a estabilização da enzima e redução da inativação por distorção da sua estrutura nativa por influência da temperatura, pH e de solventes orgânicos, o que pode ser atrativo para a sua aplicação no setor industrial. Destacando a imobilização por encapsulação utilizando o alginato de sódio, apresentando menor custo do processo, fácil manuseio e fácil recuperação das enzimas.

**Palavras-chave:** Alginato. Carragena. Quitosana. Indústria Alimentícia.

### Introdução

Catalisadores enzimáticos apresentam grande vantagem em relação aos catalisadores químicos por atuarem em condições suaves de temperatura, pH e pressão, e atingirem velocidade de reação bastante superiores. Tais condições são cruciais na redução do custo final do processo, não formação de subprodutos indesejáveis, maior rendimento no processo e menor geração de resíduos, isso se deve, a alta especificidade das enzimas ao substrato de ação. Nesse contexto, as enzimas vêm se tornando uma alternativa promissora para sua exploração em diversos tipos de reações, com grande aplicação biotecnológica (1; 2; 3).

---

<sup>1</sup>Mestrando em Biocombustíveis, Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Mestre em Biocombustíveis, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup>Graduando em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup>Professora Efetiva, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

\*E-mail para a correspondência: vivian.benassi@ufvjm.edu.br



As enzimas são biocatalisadores encontrados em células animais e vegetais, bem como em microrganismos, como bactérias, fungos leveduriformes e fungos filamentosos. Entre eles, destacam os microrganismos como principais fontes produtoras de enzimas industriais com diferentes atividades catalíticas. A obtenção das enzimas por microrganismos ocorre em cultivos sólidos ou submersos, com fontes nutricionais para o desenvolvimento através de processo fermentativo, esse processo pode ocorrer em pequena e grande escala (4).

O mercado mundial das aplicações das enzimas divide-se em três segmentos principais: enzimas empregadas na indústria de alimentos; enzimas técnicas e enzimas empregadas na produção de ração animal. Destacando-se as enzimas do setor alimentício, detendo, aproximadamente, 50% do mercado, sendo a principal aplicação na produção de xarope de açúcar invertido e de compostos aromatizantes, e as enzimas técnicas, que são utilizadas na formulação de detergentes, produção de papel e celulose, manufatura de couros e produção de fármacos (1).

Enzimas solúveis apresentam grande desvantagem por não serem recuperadas ao final do processo para posterior aplicação. Como grande solução tem-se desenvolvido técnicas de imobilização com o objetivo de reutilizar as enzimas, apresentando entre outras vantagens a estabilização e redução da inativação por distorção da sua estrutura nativa por influência da temperatura, pH e de solventes orgânicos, o que pode ser atrativo para a aplicação de enzimas no setor industrial (3; 5; 6)

### **Imobilização Enzimática**

A tecnologia de imobilização tem sido muito explorada, no entanto, ainda existe uma grande necessidade de desenvolvimento, de utilização de enzimas imobilizadas para novos processos práticos, novas metodologias e uma melhor compreensão das técnicas atuais (8).

As etapas comuns envolvidas na imobilização enzimática para uma determinada aplicação incluem: 1) a seleção do suporte com química de superfície adequada, que define a química de ligação para fixação enzimática; 2) a determinação do método de imobilização; 3) a avaliação das condições experimentais durante o processo a fim de otimizar o desempenho operacional e minimizar a desnaturação/desativação da enzima e 4) a caracterização do comportamento catalítico do biocatalisador resultante em condições operacionais (9; 10).



Santos *et al.* (2014) (11) expõe que a escolha criteriosa do método de imobilização, bem como do suporte a ser utilizado é de fundamental importância para manter a eficiência e o desempenho do derivado imobilizado. Portanto, é imprescindível determinar e discutir parâmetros como: rendimento de imobilização, eficiência de imobilização, recuperação de atividade, carga de enzima (% em peso no biocatalisador), e algumas propriedades físicas da enzima imobilizada.

Vários métodos de imobilização são relatados na literatura (12; 13). Nguyen e Kim (2017) (14) subdividem em métodos que inclui encapsulamento/aprisionamento, adsorção, ligação covalente e ligação cruzada.

O método de encapsulamento/aprisionamento ocorre quando as enzimas são retidas em uma matriz polimérica por ligações covalentes ou não covalentes, formando matrizes porosas. O alginato, a carragena e quitosana são exemplos de suportes para esse método. Um método comum de aprisionamento consiste no uso de matrizes de sílica sol-gel formadas por polimerização hidrolítica. A porosidade do polímero, sua estrutura de rede, funcionalidades da superfície e tamanho das partículas, podem ser modificados ajustando as condições de polimerização (9; 15).

Para projetar um catalisador imobilizado, a tarefa principal é selecionar uma condição adequada ao processo (pH, temperatura e natureza do meio), e enzima (fonte, natureza e pureza). O método selecionado deve atender tanto às necessidades do catalisador expressas em produtividade, rendimento espaço-tempo, estabilidade e seletividade, quanto às necessidades não catalíticas exigidas para uma determinada aplicação (16).

Ressalta-se que para se obter uma enzima imobilizada com ótimo desempenho catalítico, a imobilização deve ser compatível e permitir eficientemente a acessibilidade de substratos e cofatores durante a catálise (8). Vale citar que a matriz não deve causar nenhum efeito adverso na conformação da enzima e deve criar uma interação enzima-matriz estável por ligação eficaz.

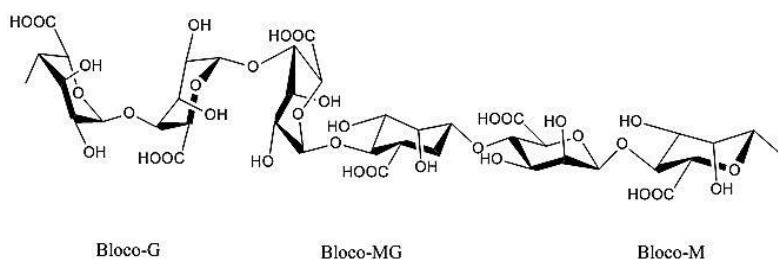
Entre os métodos citados, o aprisionamento em grânulos de alginato é um dos métodos mais difundidos de imobilização, por ser rápido, não tóxico, de baixo custo e possuir alta porosidade e boa resistência mecânica (4; 17; 28;).

### **Imobilização em alginato de sódio**



O alginato caracteriza-se por ser um polissacarídeo aniônico linear formado pela união de  $\beta$ -1,4-D-ácido manurônico (bloco - M) e  $\alpha$ -1,4-L-ácido gulurônico (bloco - G) (Figura 1), derivados de algas marrons como a *Laminaria digitata* e *L. hyperboria* (19; 20), sendo um polímero que altera a solubilidade na presença de um cátion divalente, como por exemplo, o cálcio, bário, cobre entre outros (1; 22; 23).

Figura 1 - Estruturas químicas do bloco G, bloco M e bloco alternado em alginato.



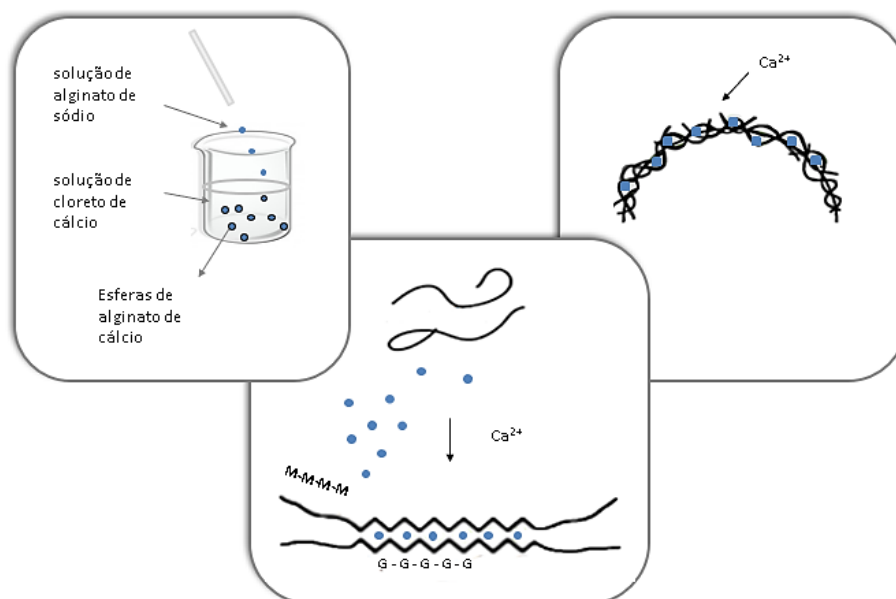
Fonte: Dos autores, 2022.

O encapsulamento em esferas de alginato é efetuado solubilizando a enzima na solução de alginato de sódio (NaAlg) e depois gotejando a mistura viscosa na solução de sal de cálcio para endurecimento. Observa-se que o  $\text{Ca}^{2+}$  desempenha o papel do agente de reticulação no polímero de alginato, que resulta na formação de grânulos de alginato aprisionando a macromolécula dentro deste e, subsequentemente, a precipitação dos grânulos (24).

O aprisionamento da enzima nas esferas de alginato é produzido pela reticulação entre o ácido  $\alpha$ -L-gulurônico e cátions divalentes como os íons cálcio (25). Quando o NaAlg é misturado com a solução aquosa de  $\text{CaCl}_2$  os íons  $\text{Na}^+$  do alginato são substituídos pelos íons  $\text{Ca}^{2+}$  da solução de cloreto de cálcio, para cada  $\text{Ca}^{2+}$  que se ligar às cadeias de alginato, libera-se dois íons  $\text{Na}^+$ . Esta troca de íons tem como consequência a formação de cadeias que antes estavam individualizadas e passaram a estar associadas, duas a duas, por um íon de cálcio.

De acordo com o modelo de “caixa de ovos” do mecanismo de gelificação, cada “cavidade” formada no gel de alginato pode capturar ou adsorver substâncias catiônicas envolvendo os grupos carboxila dos resíduos de guluronato participante. O complexo soluto-alginato formado são estabilizados pelos grupos hidroxila (Figura 2) (25).

Figura 2 - Esquema de formação das esferas de alginato.

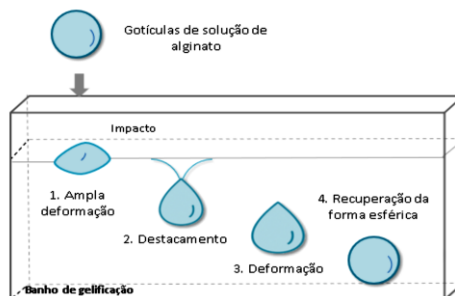


Fonte: Dos autores, 2022

O formato esférico dos polímeros de alginato de cálcio tem um notável efeito sobre sua estabilidade mecânica e química. É desejável a produção de esferas de alginato de cálcio monodispersas e perfeitamente esféricas (Figura 3), isto porque esferas (*beads*) com tamanho e forma bem definidos permitem reações altamente reprodutíveis ou taxas de liberação controlada (27). Foi relatado que uma forma não esférica reduziu a resistência do gel em comparação com os polímeros perfeitamente esféricos (28), além da ocorrência de rupturas e rachaduras nos derivados em forma de lágrima e de formatos não esféricas, resultando na liberação do encapsulante (29).

Na literatura, encontram-se diversos equipamentos para o gotejamento e formação de esferas, uns mais simples e outros com engenharia mais complexa. Pode-se citar que Segale *et al.* (2016) (30) extrudiu a emulsão manualmente no banho de endurecimento através de agulhas com diâmetro interno de 400 ou 600  $\mu\text{m}$ . Enquanto, Bueno e Gattás (2009) (31) usaram seringas de 20 mL para gotejamento, assim como Huang e Lin (2017) (22) preencheram uma seringa descartável com a solução de alginato homogeneizado, a qual foi extrudida gota a gota usando uma bomba de seringa KDS230.

Figura 3 - Impacto e deformação de gotas de solução de alginato na interface do banho geleificante.



Fonte: Dos autores, 2022.

No estudo de Lotfipour, Mirzaeei e Maghsoodi (2012) (32) as suspensões foram extrudidas gota a gota através de um bico de 27 gauge em solução de endurecimento estéril diferentemente de Bhushan, Pal e Jain (2015) (33), os quais estudaram diferentes calibrações de seringas para a formação dos *beads*, obtendo melhores resultados para aprisionamento das xilanases com a solução passando através de uma seringa de agulha de 18 G.

Outro fator que interfere na formação das esferas e na atividade do derivado imobilizado é a concentração das soluções de alginato de sódio e cloreto de cálcio. Lee, Ravindra e Chan (2013) (27) relatam que as soluções de alginato com viscosidades maiores que 5000 cP não são adequadas para as aplicações de encapsulação devido às dificuldades no processo de formação de esferas, por exemplo, bombeamento da solução viscosa e bloqueio no bocal de gotejamento.

Por outro lado, com viscosidades mais baixas, 60 e 150 cP, não houve a formação de partículas esféricas de alginato de cálcio devido a deformação da gota ao colidir com a solução gelificante. As gotas de solução de alginato com viscosidades mais baixas são menos capazes de reter suas propriedades esféricas contra as forças de arraste após colisão com a superfície do banho de cloreto de cálcio (34).

O fato observado também está de acordo com o encontrado por Bibi, Qader e Aman (2015) (35) e Amani *et al.* (2007) (36), autores que observaram que à medida que a concentração de alginato aumentava, a atividade específica do derivado diminuía ligeiramente devido à variação da estrutura macromolecular da matriz que afetava o comportamento fisiológico das células imobilizadas.

Ainda segundo Amani *et al.* (2007) (36), uma explicação para tal fato pode ser atribuída a maior durabilidade das interações na esfera formada em concentrações mais elevadas de alginato, que por sua vez, limita a difusão devido à forte consistência do gel, e consequentemente, leva a menores rendimentos enzimáticos, ou seja, ocorre uma menor taxa



de transferência de massa, pois a menor porosidade das esferas de gel dificulta o acesso do substrato.

Sukri e Sakinah (2017) (37) mostraram que o efeito da concentração de alginato de sódio na atividade foi máximo a uma concentração de 3,0% (m/v) de NaAlg, mesmo valor obtido por Kumar, Dwevedi e Kayastha (2009) (25) ao imobilizar xilanase produzida por *Bacillus amyloliquefaciens*. Além disso, verificaram que a eficácia da xilanase imobilizada diminuiu quando a concentração de NaAlg aumentou para 4,0% e 5,0%.

Por outro lado, Lotfipour, Mirzaeei e Maghsoodi (2012) (32) obtiveram como resposta as condições ótimas de 1,5 a 2,0% (m/v) para NaAlg e 2,5% (m/v) para CaCl<sub>2</sub> no encapsulamento de *L. acidophilus*. De acordo com os autores, a concentração de alginato de sódio afeta a porosidade das esferas de alginato e, portanto, afeta o rendimento da imobilização, encontrado para concentrações de NaAlg abaixo de 3% esferas de hidrogel mais frágeis, resultando em menor rendimento de imobilização, apesar das condições ótimas encontradas.

## Conclusão

Nas últimas décadas, a biotecnologia vem buscando desenvolver produtos e processos menos agressivos em termos ambientais e com maior competitividade no mercado. A imobilização é uma ferramenta importante para a estabilização dos biocatalisadores permitindo a reutilização e redução da inativação por influência da temperatura e solventes. Vários suportes têm sido estudados, no entanto, muitos destes possuem custo elevado, por isso o alginato de sódio tem-se mostrado como alternativa vantajosa por apresentar fácil manuseio, menor custo e fácil recuperação.

## Referências Bibliográficas

1. MENDES, A. A.; OLIVEIRA, P. C.; CASTRO, H. F.; GIORDANO, R. L. C. **Aplicação de quitosana como suporte para a imobilização de enzimas de interesse industrial.** Quim. Nova, Vol. 34, No. 5, 831-840, 2011.
2. SANTIAGO-ARCOS, J.; VELASCO-LOZANO, S.; DIAMANTI, E.; CORTAJARENA, A. L.; LÓPEZ-GALLEGÓ, F. **Immobilization Screening and Characterization of an Alcohol Dehydrogenase and its Application to the Multi-Enzymatic Selective Oxidation of 1,-Omega-Diols.** Front. Catal. 1:715075, 2021. doi: 10.3389/fctls.2021.715075.



3. ZHANG, H.; JIANG, Z.; XIA, Q.; ZHOU, D. **Progress and perspective of enzyme immobilization on zeolite crystal materials.** *Biochemical Engineering Journal* 172, 2021.
4. BON, E. P. S.; FERRARA, M. A., CORVO, M. L. **Enzimas em biotecnologia. Produção, aplicações e mercado.** Rio de Janeiro: Ed. Interciência Ltda, 2008.
5. GUISAN, J. M. Em *Immobilization of Enzymes and Cells*; Guisan J. M., ed.; Humana Press: Totowa, cap. 1, 2006.
6. BASSO, A.; SEBAN, S. **Industrial applications of immobilized enzymes – A review.** *Molecular Catalysis* 479, 2019.
7. BORNSCHEUER, U. T. **Immobilizing Enzymes: How to Create More Suitable Biocatalysts.** *Angewandte Chemie International Edition*, v. 42, p. 3336-3337, 2003.
8. BILAL, M.; RASHEEDB, T.; ZHAO, Y.; IQBAL, H. M. N.; CUI, J. **“Smart” chemistry and its application in peroxidase immobilization using different support materials.** *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 119, p.278–290, 2018.
9. SHELDON, A. R.; PELT, V. S. **Enzyme immobilisation in biocatalysis: why, what and how.** *Chemical Society Reviews*, v. 42, p. 6223-6235, 2013.
10. BERNAL, C.; RODRÍGUEZ, K.; MARTÍNEZ, R. **Integrating enzyme immobilization and protein engineering: An alternative path for the development of novel and improved industrial biocatalysts.** *Biotechnology Advances*, v. 36, p. 1470-1480, 2018.
11. SANTOS, B. L.; TAKAHASHI, G. S.; FLEURI, L. F.; PEDROSA, V. D. **Diferentes técnicas de imobilização enzimática para obtenção de catalisadores.** *Trends in Bioscience & Biotechnology*, v. 1, p. 16-21, 2014.
12. GRAEBIN, N. G.; SCHOFFER, J. N.; ANDRADES, D. D.; HERTZ, P. F.; AYUB, M. A.; RODRIGUES, R. C. **Immobilization of Glycoside Hydrolase Families GH1, GH3, and GH70: State of the Art and Perspectives.** *Molecules*, 38p, 2016.
13. CANILHA, L.; CARVALHO, W.; SILVA, J. B. A. **Biocatalizadores imobilizados: Uso de células e enzimas imobilizadas em processos biotecnológicos.** *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, v. 36, p. 48-57, 2006.
14. NGUYEN, H. H.; KIM, M. **An Overview of Techniques in Enzyme Immobilization.** *Appl. Sci. Converg. Technol*, v. 26, p. 157-163, 2017.
15. HASSAN M. E.; TAMER T. M.; OMER A. M. **Methods of Enzyme Immobilization.** *International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research*. v. 7, p. 385-392, 2016.
16. KUMAR, S.; HAQ, I.; YADAV, A.; PRAKASH, J.; RAJ, A.; **Immobilization and Biochemical Properties of Purified Xylanase from *Bacillus amyloliquefaciens* SK-3 and**





**Its Application in Kraft Pulp Biobleaching.** J Clin Microbiol Biochem Technol 2 v. 1, p. 026-034, 2016.

17. JAMPALA, P.; PREETHI, M.; RAMANUJAM, S.; HARISH, B.; UPPULURI, K.; ANBAZHAAGAN, V. **Immobilization of levan-xylanase nano hybrid on an alginate bead improves xylanase stability at wide pH and temperature.** International Journal of Biological Macromolecules, v. 95, p. 843–849, 2017.

18. NUANPENG, S.; THANONKEO, S.; KLANRIT, P.; THANONKEO, P. **Ethanol production from sweet sorghum by *Saccharomyces cerevisiae* DBKKUY-53 immobilized on alginate-loofah matrices.** Brazilian Journal of Microbiology, v. 49, p. 372-383, 2018.

19. VOO, W. P.; OOI, C.W.; ISLAM, A.; TEY, B.T.; CHAN, E.S. **Calcium alginate hydrogel beads with high stiffness and extended dissolution behaviour.** European Polymer Journal, p. 343-353, 2016.

20. LEE, K. Y.; MOONEY, D. J. **Alginate: properties and biomedical applications.** Prog Polym Sci, v. 37, p. 106–126, 2012.

21. SMIDSRØD, O.; SKJAK, G. Alginate as immobilization matrix for cells. Trends in

22. HUANG, S.L.; LIN, Y.S. **The Size Stability of Alginate Beads by Different Ionic Crosslinkers.** Advances in Materials Science and Engineering, 7p, 2017.

23. OUWERX, C.; VELINGS, N.; MESTDAGH, M.; AXELOS M. **Physico-chemical properties and rheology of alginate gel beads formed with various divalent cations** Polymer Gels and Networks v. 6, p. 393-408, 1998.

24. SAHA, K.; VERMA, P.; SIKDER, J.; CHAKRABORTY, S.; CURCIO, S. **Synthesis of chitosan-cellulase nano hybrid and immobilization on alginate beads for hydrolysis of ionic liquid pretreated sugarcane bagasse.** Renewable Energy, v. 133, p. 66-76, 2019.

25. KUMAR, S.; DWEVEDI, A.; KAYASTHA, A. **Immobilization of soybean (*Glycine max*) urease on alginate and chitosan beads showing improved stability: Analytical applications.** Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic, v. 58, p. 138-145, 2009.

26. PERETZ, S.; SPIROIU, M.; ANGHEL, D.; BALA, D.; STOIAN, C.; ZGHEREA, G. Preparation of Porous Calcium Alginate Beads and Their Use for Adsorption of O-Nitrophenol from Aqueous Solutions. Chemistry, 2014.

27. LEE, B.B.; RAVINDRA, P.; CHAN, E.S. **Size and Shape of Calcium Alginate Beads Produced by Extrusion Dripping.** Chemical Engineering Technology, v. 36, p. 1627-1642, 2013.

28. AL-HAJRY, A. H.; AL-MASKRY, S. A.; AL-KHAROUSI, L. M.; EL-MARDI, O.; SHAYYA, W. H.; GOOSEN, M. F. A. **Electrostatic Encapsulation and Growth of Plant Cell Cultures in Alginate.** Biotechnology Progress, v. 15, p. 768-774, 2008.



29. WOO, J. W.; ROH, H. J.; PARK, H. D.; JI, C. L.; LEE, S. B. **Sphericity Optimization of Calcium Alginate Gel Beads and the Effects of Processing Conditions on Their Physical Properties.** Food Sci. Biotechnol, v. 16, p. 715-721, 2007.
30. SEGALE, L.; GIOVANNELLI, L.; MANNINA, P.; PATTARINO, F. **Calcium Alginate and Calcium Alginate-chitosan Beads containing celecoxib solubilized in a Self-Emulsifying phase.** Scientifica, 8p, 2016.
31. BUENO, M. C.; GATTÁS, E. A. L. **Imobilização de *Aspergillus sp.* por encapsulação em alginato de cálcio para produção de poligalacturonase.** Alim. Nutr., v.20, p. 533-538, 2009.
32. LOTFIPOUR, F.; MIRZAEI, S.; MAGHSOODI, M.. **Evaluation of the effect of CaCl<sub>2</sub> and alginate concentrations and hardening time on the characteristics of *Lactobacillus acidophilus* loaded alginate beads using response surface analysis.** Advanced Pharmaceutical Bulletin, p. 71-78, 2012.
33. BHUSHAN, B.; PAL, A.; JAIN, V.. **Improved enzyme catalytic characteristics upon glutaraldehyde cross-linking of alginate entrapped xylanase isolated from *Aspergillus flavus* MTCC 9390.** Enzyme Research, 9p, 2015.
34. SEIFERT, D. B.; PHILLIPS, J. A. **Porous Alginate-Poly(ethylene glycol) Entrapment System for the Cultivation of Mammalian Cells.** Biotechnology Progress, v. 13, p. 569-576, 1997.
35. BIBI, Z.; QADER, S. A.; AMAN, A. Calcium alginate matrix increases the stability and recycling capability of immobilized endo- $\beta$ -1,4-xylanase from *Geobacillus stearothermophilus* KIBGE-IB29 Extremophiles, v. 19, p. 819–827, 2015.
36. AMANI, M. D.; AHWANY, S.; AMANI, S.; YOUSSEF, S. Xylanase production by *Bacillus pumilus*: Optimization by Statistical and Immobilization Methods. Research Journal of Agriculture and Biological Science, 3(6):727-737, 2007.
37. SUKRI, S. S.; SAKINAH, A. Effects of Support Matrix for Xylanase Immobilisation on Alginate Hydrogel Beads. International journal of engineering technology and sciences, v. 7, (2017). Biotechnology, p. 71–78, 1990.

#### **Agradecimentos**

À UFVJM, ao LMEDP. À CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte ao projeto. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pesquisa de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



## Produção de kombucha: aspectos bioquímicos, microbiológicos e perspectivas industriais

Cosme Damião Barbosa<sup>1\*</sup>; Isabella Maciel Costa<sup>1</sup>, Wildon César Rodrigues Santos<sup>1</sup>; Elaine Cristina Costa<sup>1</sup>, Verônica Ortiz Alavrenga<sup>1</sup>, Inayara Cristina Alves Lacerda<sup>1</sup>

**Resumo:** Objetivou-se abordar os aspectos referentes ao processo de fabricação, a microbiota envolvida no processo fermentativo e as perspectivas industriais na produção de kombucha a partir da análise de literatura especializada. Kombucha é uma bebida fermentada, de origem asiática, obtida a partir da fermentação espontânea da infusão de *Camellia sinensis*. A microbiota envolvida no processo de fermentação é composta majoritariamente por bactérias ácido acéticas e leveduras, sendo essa influenciada por diversos fatores, tais como a origem do inóculo e a temperatura de fermentação. Verifica-se a existência de gêneros microbianos predominantes nos processos de fermentação de kombucha, como *Komagataeibacter* e *Acetobacter* para bactérias ácido acéticas e *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Dekkera*, *Pichia* e *Torulaspota* para leveduras. Os micro-organismos fermentadores utilizam dos substratos, açúcares e etanol, e convertem a infusão em uma bebida adocicada, levemente ácida e naturalmente gaseificada. Os ácidos orgânicos mais produzidos na fermentação de kombucha são: acético, glucorônico, glucônico, lático, succínico, málico, oxálico, pirúvico, tartárico, cítrico e malônico. A produção industrial de kombucha envolve desafios relacionados à estabilidade, uniformidade, viabilidade, inocuidade do inóculo, capacidade dos fermentadores, controle de temperatura, utilização de insumos. O uso de matérias-primas de qualidade, a condução do processo fermentativo e a definição dos parâmetros de fermentação determinam a qualidade da bebida. Além disso, o controle de temperatura dos fermentadores é fundamental para a manutenção da estabilidade do inóculo e dos ácidos orgânicos produzidos. Ainda não há uma tecnologia de conservação do inóculo ou o estabelecimento de uma cultura iniciadora. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de técnicas que possibilitem a otimização e padronização do processo em escala industrial como o estabelecimento de uma cultura iniciadora ou um processo de conservação dos inóculos.

**Palavras-chave:** Bebida fermentada. Cultura iniciadora. *Camellia sinensis*. Fermentação acética. *Komagataeibacter*.

### Introdução

---

<sup>1</sup>Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG

E-mail para a correspondência: barbosacosme@yahoo.com.br



Kombucha é uma bebida fermentada, não alcoólica, de origem asiática e milenar. Há relatos de seu surgimento e utilização na região da China desde 220 a.C, com posterior introdução no Japão, Europa e América do Norte. Essa bebida pode receber outros nomes de acordo com a região consumida, como “Indischer teepilz”, “tea fungus”, “fungus japonicus”, “Haipao”, “theebier”, “Cainii grib”, “kambucha”, “Manchurian mushroom”, “Cainii kvass” ou “Wolga jellyfish” (1, 2, 3, 4, 5, 6).

A kombucha pode ser obtida a partir da fermentação alcoólica e acética da infusão de *Camellia sinensis* (7, 8, 5, 9). Convencionalmente, utiliza-se chá preto ou chá verde na fermentação de kombucha (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16), entretanto, atualmente verifica-se o emprego de outras matérias-primas como chá oolong (17, 16); hibisco, yarrow (*Achillea millefolium*) (9); mostarda africana (*Brassica tournefortii*) (18), extrato de alcachofra (19); manjerição roxo (20); água de coco (17); jasmim (17); amora (17) e *Satureja montana L.* (21).

Na fermentação de kombucha, após a inoculação do mosto, ocorrem inúmeras reações bioquímicas catalisadas pelos micro-organismos. Nesse contexto, os substratos serão biotransformados na medida em que os grupos microbianos se multiplicam (22, 23, 1, 10, 7, 21, 3, 4, 8, 15, 18, 25, 26).

O presente trabalho teve como objetivo abordar aspectos referentes ao processo de fabricação, aos micro-organismos envolvidos na fermentação e às perspectivas industriais de kombucha a partir da análise de literatura específica.

## **Metodologia**

O trabalho se caracterizou como uma pesquisa qualitativa, bibliográfica e narrativa da literatura. Foram selecionados teses, artigos científicos, livros e revisões bibliográficas. As buscas foram realizadas nas bases eletrônicas de dados Google Acadêmico, Science Direct, portal de periódicos CAPES, Scopus e Scielo, utilizando as palavras-chave “kombucha”, “fermentação”, “*Camellia sinensis*” e “*Komagataeibacter*”. Utilizou-se a classificação por relevância e ordenação dos resultados gerada automaticamente pelos sites.

## **Produção de kombucha**





O preparo da kombucha tem início com o chá que é infundido por alguns minutos em água fervida. Essa infusão é coada, transferida para um biorreator e adicionada de sacarose, que também pode ser anterior à fervura, (27, 21, 15, 9, 18, 28).

Após o resfriamento, à temperatura ambiente, a solução é adicionada do inóculo procedente de uma fermentação anterior. O inóculo é composto de duas porções: matriz celulósica (película) e fermentado (líquido). Nele estão contidos os micro-organismos que iniciarão um novo processo fermentativo e a formação de uma nova matriz celulósica. A adição do fermentado permite a diminuição do pH auxiliando no controle do crescimento de micro-organismos contaminantes e/ou deterioradores. O mosto, meio de fermentação, já no biorreator é protegido por uma cobertura de tecido de algodão que permitirá o contato do inóculo com o oxigênio atmosférico. A fermentação é conduzida de forma estática, podendo variar de 7 a 60 dias (27, 23, 21, 29, 7, 30, 3, 31, 10, 8, 15, 9, 28, 18) Após a fermentação, obtém-se uma bebida adocicada, levemente ácida e naturalmente gaseificada. Além do fator de variabilidade do inóculo, essas características podem mudar em função do tempo de fermentação, ou seja, fermentações mais prolongadas tendem a produzir bebidas menos doces e mais ácidas (3, 15, 9).

### **Micro-organismos envolvidos na fermentação de kombucha**

A ecologia microbiana de kombucha é complexa e composta majoritariamente por espécies de bactérias ácido acéticas e leveduras e com menor incidência de bactérias ácido lácticas (2, 32, 3, 6). Estudos apontam que a microbiota que compõe os inóculos pode variar de acordo com a fonte e origem do inóculo, bem como sua manipulação e a temperatura de fermentação (3, 21, 33).

Os gêneros de leveduras mais comumente encontrados na fermentação de kombucha são: *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Dekkera*, *Pichia* e *Torulaspota* (34, 10, 4, 36, 21, 6, 25, 26, 12). *Komagataeibacter* é o gênero de bactérias ácido acéticas mais relatado durante a fermentação de kombucha, seguido por *Acetobacter* (36, 21, 6, 33, 25, 26, 12). A presença de bactérias ácido lácticas foi relatada em alguns processos fermentativos, principalmente os gêneros *Lactobacillus*, *Lactococcus* (4, 6) e *Oenococcus* (6).

### **Interação microbiana na fermentação de kombucha**





Estudos apontam que há predileção dos micro-organismos por diferentes fontes de carbono. Leveduras teriam afinidade em metabolizar frutose, enquanto bactérias ácido acéticas metabolizam glicose (27, 37, 38). A predileção e a conversão dos açúcares podem estar associadas a espécie e atividade metabólica de leveduras. Outro fato é quanto a diferença na utilização dos açúcares do substrato por bactérias e leveduras (27, 7, 32).

Espécies do gênero *Komagataeibacter* utilizam glicose para produzir ácido glucônico, ácido glucurônico e celulose; e etanol para produzir ácido acético (39, 40). À medida que o ambiente se torna mais ácido, algumas espécies de leveduras apresentam tolerância às altas concentrações de açúcares, ácidos e etanol, como por exemplo a *Zygosaccharomyces bailii* (40). A composição química e a cinética fermentativa da produção de kombucha tem sido caracterizada, sendo relatado a presença de diferentes compostos: ácidos orgânicos, açúcares, vitaminas, aminoácidos, álcoois, amins biogênicas, polifenóis, pigmentos, macromoléculas, micro e macro nutrientes dentre outros (41, 23, 10, 12, 42, 7, 43, 30, 44, 45, 3, 21, 15, 17, 9).

Os ácidos orgânicos mais comumente produzidos na fermentação de kombucha por meio da oxidação da glicose e dos processos microbiológicos são: acético, glucorônico, glucônico, láctico, succínico, málico, oxálico, pirúvico, tartárico, cítrico e malônico (3, 15) sendo o ácido acético o principal (7). A concentração de ácido glucurônico na fermentação dependerá das espécies de leveduras e bactérias ácido acéticas e das condições empregadas, sendo de fundamental importância a seleção desses micro-organismos e o controle do processo fermentativo (44, 45, 15).

Variáveis como consumo de açúcares, formação de etanol e de ácido acético são analisadas na fermentação, em diferentes tempos amostrais, com o intuito de caracterizar o processo fermentativo e o produto. Entretanto, essas variáveis podem se modificar de acordo com o inóculo e as características dos processos fermentativos empregados, tais como tempo e temperatura. Verifica-se ainda diferença nos tempos de fermentação empregados nos processos (27, 23, 10, 21, 19, 30, 31, 8, 33, 16).

Neffe-Skocinska *et al.* (15) avaliaram os efeitos das condições fermentativas nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de kombucha. Nesse estudo, a fermentação de kombucha foi conduzida em diferentes temperaturas (20, 25 e 30 °C). Os autores verificaram que a concentração de ácido glucurônico aumentou durante a fermentação, em todas as temperaturas empregadas, até o décimo dia.



Foram investigadas a influência da concentração de sacarose na fermentação de kombucha com o intuito de otimizar o processo (22, 41, 24). Malbasa *et al.* (24) avaliaram os efeitos da concentração de sacarose, com utilização de melaço, na fermentação de kombucha. As fermentações foram conduzidas com concentrações de sacarose na ordem de 35 g.L<sup>-1</sup>, 50 g.L<sup>-1</sup> e 70 g.L<sup>-1</sup>. Os autores afirmam que a concentração de 70 g.L<sup>-1</sup> de sacarose induziu a uma fermentação com alto pH, baixa concentração de acético, sensorialmente menos desejado, e alta concentração de ácido L-lático, além da concentração aceitável de ácidos orgânicos totais.

Diante disso, verifica-se que diferentes condições de fermentação e variabilidade microbiana podem afetar o processo fermentativo e conseqüentemente a formação dos compostos durante a fermentação de kombucha (15).

### **Perspectivas para a produção industrial de kombucha**

A produção industrial de kombucha apresenta desafios relacionados à estabilidade, uniformidade, viabilidade e inocuidade do inóculo, além da capacidade dos fermentadores, controle de temperatura, utilização de insumos e estabilidade da bebida pós fermentação. Diversos estudos têm sido realizados com o intuito de caracterizar a fermentação de kombucha (23, 2, 10, 12, 24, 43, 19, 8, 45, 6, 15, 14, 33, 25). Esses estudos visam a caracterização físico-química e da microbiota do processo, além da influência de fatores intrínsecos e extrínsecos na estabilidade, otimização e padronização da fermentação.

A produção de kombucha, seja caseira ou industrial, envolve a biotransformação da infusão açucarada de *C. sinensis*. Esse processo ocorre de forma estatística, dependente de oxigênio e catalisado por diferentes micro-organismos (3, 9).

A utilização de matérias-primas de qualidade, a condução do processo fermentativo e a definição dos parâmetros de fermentação podem determinar a qualidade da bebida, permitindo a otimização do processo e possível padronização do produto (7, 30, 4). O controle de temperatura dos fermentadores também figura como aspecto fundamental para a manutenção da estabilidade do inóculo e da formação dos ácidos orgânicos.

Em relação ao tempo de fermentação, sugere-se que o processo fermentativo seja conduzido a 25°C por 10 dias. De acordo com Neffe-Skocinska *et al.* (15), a utilização dessas condições na fermentação favoreceu a obtenção de um produto com qualidade sensorial e microbiologicamente estável.



O período de armazenamento da bebida pode alterar as características e, conseqüentemente, a sua qualidade. Amarasinghe *et al.* (14) avaliaram kombuchas após 2 meses de armazenamento e observaram diminuição significativa da atividade antioxidante, além do aumento da acidez e turbidez. Aumentar o volume de produção de kombucha, pode acarretar na diminuição dos custos de insumos (inóculo da kombucha, eletricidade, maquinário e despesas com aluguel) através do rateio de custos (46). Entretanto, a estabilidade da bebida ainda se apresenta como um desafio para a otimização do processo de produção, bem como para a diminuição dos custos operacionais.

Após cada batelada do processo de fermentação são gerados resíduos decorrentes da matriz celulósica sintetizada por bactérias ácido acéticas. Por ainda não haver uma tecnologia de conservação do inóculo ou o estabelecimento de uma cultura iniciadora, essa porção celulósica é descartada após alguns ciclos de fermentação. Atualmente, há estudos voltados para o reaproveitamento da película celulósica em diversos campos, como na agricultura (47) e indústria de confecção (48).

## **Conclusão**

Devido as suas potencialidades, a kombucha pode exercer papel importante na saúde humana, além de ser fonte de outros componentes para emprego biotecnológico ou industrial, tais como ácido glucônico, ácido glucorônico, celulose e outros. Na fermentação da kombucha, a matriz celulósica formada é utilizada como inóculo no processo de fermentação. Dessa forma, há necessidade de desenvolvimento de técnicas que possibilitem a otimização e padronização do processo em escala industrial, como o estabelecimento de uma cultura iniciadora ou um processo de conservação dos inóculos, além do aproveitamento dos resíduos.

## **Referências Bibliográficas**

1. DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. Tea, Kombucha, and health: a review. **Food Research International**, v. 33, n. 6, p. 409-421, 2000.
2. JARRELL, J.; CAL, T.; BENNETT, J. W. The Kombucha consortia of yeasts and bacteria. **Mycologist**, v. 14, n. 4, p. 166-170, 2000.



3. 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**, v. 13, n. 4, p. 538-550, 2014.
4. MARSH, A. J. *et al.* Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus) samples. **Food Microbiology**, v. 38, p. 171-178, 2014.
5. POTHAKOS, V. *et al.* Acetic Acid Bacteria in Fermented Food and Beverage Ecosystems. In: Matsushita K., Toyama H., Tonouchi N., Okamoto-Kainuma A. (eds) **Acetic Acid Bacteria**. Tokyo: Springer, 2016.
6. COTON, M. *et al.* Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. **Fems Microbiology Ecology**, v. 93, n. 5, p. 1-16, 2017.
7. JAYABALAN, R.; MARIMUTHU, S.; SWAMINATHAN, K. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. **Food Chemistry**, v. 102, n. 1, p. 392-398, 2007.
8. CHAKRAVORTY, S. *et al.* Kombucha tea fermentation: microbial and biochemical dynamics. **International Journal of Food Microbiology**, v. 220, p. 63-72, 2016.
9. VITAS, J. S. *et al.* Chemical composition and biological activity of novel types of kombucha beverages with yarrow. **Journal of Functional Foods**, v. 44, p. 95-102, 2018.
10. TEOH, A. L.; HEARD, G.; COX, J. Yeast ecology of Kombucha fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 95, n. 2, p. 119-126, 2004.
11. MALBASA, R. *et al.* Batch fermentation of black tea by kombucha: a contribution to scale-up. **Acta Periodica Technologica**, v.36, p. 221-229, 2005.
12. BARBOSA, C. D. *et al.* Microbial–physicochemical integrated analysis of kombucha fermentation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 148, p. 111788, 2021.
13. JAYABALAN, R. *et al.* Effect of solvent fractions of kombucha tea on viability and invasiveness of cancer cells—Characterization of dimethyl 2-(2-hydroxy-2-methoxypropylidene) malonate. **Indian Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 1, 2011.
14. AMARASINGHE, H. *et al.* Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha “Tea Fungus” during extended periods of fermentation. **Food Science & Nutrition**, v. 6, n. 3, p. 659-665, 2018.



15. NEFFE-SKOCINSKA, K. *et al.* Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties. **CyTA - Journal of Food**, v. 15, n. 4, p. 601-607, 2017.
16. KAEWKOD, T.; BOVONSOMBUT, S.; TRAGOOLPUA, Y. Efficacy of Kombucha Obtained from Green, Oolong, and Black Teas on Inhibition of Pathogenic Bacteria, Antioxidation, and Toxicity on Colorectal Cancer Cell Line. **Microorganisms**, v. 7, n. 12, p. 700-718, 2019.
17. WATAWANA, M.I. *et al.* Evaluation of the Effect of Different Sweetening Agents on the Polyphenol Contents and Antioxidant and Starch Hydrolase Inhibitory Properties of Kombucha. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 1, p. 12752, 2016.
18. RAHMANI, R. *et al.* Kombucha fermentation of African mustard (*Brassica tournefortii*) leaves: chemical composition and bioactivity. **Food Bioscience**, v. 30, p. 1-1, 2019.
19. LONCAR, E.; MALBASA, R.; KOLAROV, L. Kombucha fermentation on raw extracts of different cultivars of Jerusalem artichoke. **Acta Periodica Technologica**, n. 38, p. 37-44, 2007.
20. YIKMIŞ, S. *et al.* Evaluation of Microbiological, Physicochemical and Sensorial Properties of Purple Basil Kombucha Beverage. **Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology**, v. 7, n. 9, p. 1321-1, 2019.
21. CVETKOVIC, D. *et al.* Preparation of kombucha from winter savory (*Satureja Montana* L.) in the laboratory bioreactor. **Acta Periodica Technologica**, n. 36, p. 187-196, 2005.
22. REISS, J. *et al.* Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. **Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung**, v. 198, n. 3, p. 258-261, 1994.
23. CHEN, C.; LIU, B. Y. Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. **Journal of Applied Microbiology**, v. 89, n. 5, p. 834-839, 2000.
24. MALBASA, R. *et al.* Effect of sucrose concentration on the products of Kombucha fermentation on molasses. **Food Chemistry**, v. 108, n. 3, p. 926-932, 2008.
25. ARIKAN, M. *et al.* Microbial composition of Kombucha determined using amplicon sequencing and shotgun metagenomics. **Journal of Food Science**, v. 85, n. 2, p. 455-464, 2020.





26. VILLARREAL-SOTO, S.A. *et al.* Metabolome-microbiome signatures in the fermented beverage, Kombucha. **International Journal of Food Microbiology**, v. 333, p. 108778, 2020.
27. SIEVERS, M. *et al.* Microbiology and Fermentation Balance in a Kombucha Beverage Obtained from a Tea Fungus Fermentation. **Systematic And Applied Microbiology**, v. 18, n. 4, p. 590-594, 1995.
28. BARBOSA, C. D. *et al.* Data fusion of UPLC data, NIR spectra and physicochemical parameters with chemometrics as an alternative to evaluating kombucha fermentation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 133, p. 109875, 2020.
29. DUTTA, H.; PAUL, S. K. Kombucha Drink: production, quality, and safety aspects. In: Alexandru Mihai Grumezescu, A. M.; Holban, A. M. (eds). **Production and Management of Beverages**. Woodhead Publishing, 2019.
30. BATTIKH, H., BAKHROUF, A., AMMAR, E. Antimicrobial effect of Kombucha analogues. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, p. 71-77, 2012.
31. LONCAR, E. *et al.* Kinetics of saccharose fermentation by Kombucha. **Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly**, v. 20, n. 3, p. 345-352, 2014.
32. MO, H.; ZHU, Y.; CHEN, Z. Microbial fermented tea – a potential source of natural food preservatives. **Trends In Food Science & Technology**, v. 19, n. 3, p. 124-130, 2008.
33. DE FILIPPIS, F. *et al.* Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation. **Food Microbiology**, v. 73, p. 11-16, ago. 2018.
34. LIU, C. *et al.* The isolation and identification of microbes from a fermented tea beverage, Haipao, and their interactions during Haipao fermentation. **Food Microbiology**, v. 13, n. 6, p. 407-415, 1996.
35. KURTZMAN, C. P; ROBNETT, C; BASEHOAR-POWERS, E. *Zygosaccharomyces kombuchaensis*, a new ascosporegenous yeast from “Kombucha tea”. **Fems Yeast Research**, v. 1, n. 2, p. 133-138, 2001.
36. REVA, O. N. *et al.* Metabarcoding of the kombucha microbial community grown in different microenvironments. **Amb Express**, v. 5, n. 1, p. 35-43, 11 jun. 2015.
37. SETO, A. *et al.* Screening of Bacterial Cellulose-producing Acetobacter Strains Suitable for Sucrose as a Carbon Source. **Bioscience, Biotechnology, And Biochemistry**, v. 61, n. 4, p. 735-736, 1997.



38. KALLEL, L. *et al.* Insights into the fermentation biochemistry of Kombucha teas and potential impacts of Kombucha drinking on starch digestion. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 226-232, 2012.
39. CHANG, A. L. *et al.* Phosphodiesterase A1, a Regulator of Cellulose Synthesis in *Acetobacter xylinum*, Is a Heme-Based Sensor. **Biochemistry**, v. 40, n. 12, p. 3420-3426, 2001.
40. DANG, D. T. *et al.* Modelling the growth/no growth boundary of *Zygosaccharomyces bailii* in acidic conditions: A contribution to the alternative method to preserve foods without using chemical preservatives. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 137, p. 1-12, 2009.
41. BLANC, P. J. Characterization of the tea fungus metabolites. **Biotechnology Letters**, v. 18, n. 2, p. 139-142, 1996.
42. CHU, S. C.; CHEN, C. Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. **Food Chemistry**, v. 98, n. 3, p. 502-507, 2006.
43. MALBASA, R. *et al.* Influence of fermentation temperature on the content of fatty acids in low energy milk-based kombucha products. **Acta Periodica Technologica**, n. 42, p. 81-90, 2011.
44. BHATTACHARYA, S. *et al.* Effect of Kombucha, a fermented black tea in attenuating oxidative stress mediated tissue damage in alloxan induced diabetic rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 60, n., p. 328-340, 2013.
45. NGUYEN, N.K. *et al.* Screening the optimal ratio of symbiosis between isolated yeast and acetic acid bacteria strain from traditional kombucha for high-level production of glucuronic acid. **LWT - Food Science and Technology**, v. 64, n. 2, p. 1149-1155, 2015.
46. MOHAMMADSHIRAZI, A.; KALHOR, E. Energy and cost analyses of kombucha beverage production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 55, p. 668-673, 2016.
47. FENG, Y. *et al.* Study on Degradation of Nitrite by Kombucha Tea[J]. **Journal of Tea Science**, v. 29, n. 2, p. 89-94, 2009.
48. DOMSKIENE, J.; SEDERAVIČIŪTĖ, F.; SIMONAITYTE, J. Kombucha bacterial cellulose for sustainable fashion. **International Journal of Clothing Science and Technology**, v. 31, n. 5, p. 644-652, 2019.



## RNAi no controle de doenças fúngicas em frutos

Tatiane Jéssica Siebeneichler<sup>1\*</sup>; Audrey Cristina do Nascimento<sup>2</sup>; Luiz Filipe Bastos Mendes<sup>3</sup>; Gustavo Henrique Camozatto<sup>4</sup>; Christian Domingues Sanchez<sup>3</sup>; Maria Clara Martins Ferreira<sup>2</sup>; Vanessa Galli<sup>5</sup>

**Resumo:** Diversas ferramentas biotecnológicas têm sido estudadas como alternativas no combate de fungos, uma das estratégias é a utilização de silenciamento gênico através de RNA de interferência (RNAi). O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre a atuação de RNAs interferentes no controle fúngico em frutos. De acordo com os resultados da pesquisa bibliográfica, o RNAi é um mecanismo que utiliza pequenos RNAs de fita dupla (dsRNAs), os quais são capazes de reconhecer uma sequência específica de mRNA-alvo (de gene de importância para o desenvolvimento e/ou virulência do fungo) e, assim, mediar a clivagem ou repressão traducional, resultando em um silenciamento direcionado da expressão gênica. Para combater fungos duas estratégias empregando RNAi foram testadas: uma por via transformativa, baseada na indução do silenciamento gênico induzido pelo hospedeiro (HIGS), no qual a planta hospedeira do patógeno, por meio de uma transformação genética estável, irá produzir dsRNAs; e a outra por via não-transformativa, fundamentada na aplicação tópica de dsRNAs. O principal método não-transformativo é o SIGS (*Spray-induced gene silence*), no qual as moléculas de dsRNA são pulverizadas na superfície do fruto, absorvidas e processadas para entrega ao patógeno, ou pode ser incorporada pelo patógeno e ser processada pelo seu próprio mecanismo de silenciamento. As duas estratégias foram efetivas nos estudos realizados em frutos, de modo que foram capazes de conferir maior resistência a diversos patógenos fúngicos. Dessa forma, a utilização da técnica de RNAi em frutos para combater doenças fúngicas é promissora; futuramente podem vir a superar os fungicidas sintéticos.

**Palavras-chave:** Doenças fúngicas. Fruticultura. Silenciamento gênico. Biotecnologia.

### Introdução

A fruticultura é um setor agrícola fortemente afetado pela incidência de fungos. Nos últimos anos o uso de fungicidas sintéticos está sendo questionado devido ao efeito cumulativo que podem causar no meio ambiente e na saúde humana (1). Além disso, tem

---

<sup>1</sup>Doutoranda, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>2</sup>Doutoranda, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>3</sup>Mestrando, Centro de Biotecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>4</sup>Mestrando, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>5</sup>Professora, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.



sido relatado o desenvolvimento de resistência a fungicidas sintéticos, por alguns fungos patogênicos (2).

Neste contexto, a busca por estratégias que não dependam de fungicidas sintéticos tem sido estimulada. Recentemente, ferramentas biotecnológicas têm sido foco de diversos estudos. Um dos mecanismos investigados para controle fúngico em frutos é o silenciamento gênico através de RNA de interferência (RNAi). O RNA de interferência, é um mecanismo eucariótico conservado por meio da evolução. Esse mecanismo utiliza pequenos RNAs de fita dupla (dsRNAs), os quais são capazes de reconhecer uma sequência específica de mRNA-alvo e, assim, mediar a clivagem ou repressão traducional, resultando em um silenciamento direcionado da expressão gênica. O RNAi está associado a diversos processos biológicos e de fato há evidências que possui ação contra infecções fúngicas. Os microRNAs são os principais RNAs endógenos atuantes no RNAi, seja na regulação de vias metabólicas necessárias para o desenvolvimento, crescimento e manutenção da homeostase em organismos, ou na defesa de hospedeiros contra fungos patogênicos, assim possuindo grande interesse da comunidade científica, devido ao potencial biotecnológico. Porém, a utilização de dsRNAs sintéticos, por diferentes vias de aplicação, para o controle de doenças fúngicas, também vêm apresentando resultados muito promissores no controle de doenças fúngicas em plantas de interesse. Desta forma, o objetivo deste estudo é realizar uma revisão de literatura sobre a atuação de RNAs interferentes no controle fúngico em frutos.

## **Metodologia**

Para a elaboração do presente trabalho foi realizada uma pesquisa em forma de revisão de literatura para coletar dados e informações científicas sobre o estudo de RNAs interferentes no controle fúngico em frutos, através da utilização do banco de dados *PubMed Central* (NCBI) e a plataforma de busca Google Scholar.

## **Biogênese de miRNAs**

Os microRNAs são moléculas curtas, compostas por 20 a 24 nucleotídeos, codificados pelos genes *miRNA* (MIR), presentes de forma conservada no genoma de eucariotos. Esses genes são transcritos e seu produto é processado até atingir sua conformação final, que se ligará ao complexo de silenciamento induzido por RNA (RISC-do inglês, *RNA-induced silencing complex*) (3, 4). O processo de síntese de miRNAs é





altamente dinâmico e regulado, devido à vital importância dos mesmos na manutenção de diversos processos celulares. A biogênese dos miRNAs se inicia com a transcrição dos genes MIR pela RNA Polimerase II (RNAPII), formando inicialmente miRNAs primários (pri-miRNAs) dotados de um nucleosídeo 7-metilguanossina ( $m^7G$ ), também denominado 5' *cap*, na terminação 5' e uma cauda poli(A) na terminação 3', como é característico de todos os produtos da RNAPII (3, 5, 6). Concomitantemente à transcrição, essas moléculas são processadas pelo complexo *dicing*, formado principalmente pela RNase III *Dicer-like 1* (DCL1), *Hyponastic Leaves 1* (HYL1) e *Serrate* (SE), além de diversas outras proteínas auxiliares. A DCL1 realiza a clivagem do pri-miRNA para miRNA precursor (pre-miRNA) e a clivagem posterior para formação do duplex miRNA/miRNA\*, contendo extremidades 3'OH sobrepostas, que serão então metiladas pela enzima metiltransferase *Hua Enhancer 1* (HEN1), estabilizando o duplex e evitando a degradação do miRNA final (3, 7, 8). Ainda no nucleoplasma, a Argonauta 1 (AGO1), com o auxílio da *Heat-Shock Protein 90* (HSP90), interage com o duplex de miRNA, selecionando uma das fitas para a formação do RISC, que será posteriormente exportado para o citoplasma, onde atuará na regulação da expressão gênica (4, 9, 10) (Figura 1).

### **Mecanismo de ação dos miRNAs**

Os miRNAs em plantas atuam no nível de silenciamento pós-transcricional de mRNAs citoplasmáticos, através da complementaridade de pares de bases entre mRNA e miRNA, tendo como os dois principais mecanismos a (i) clivagem de transcritos e a (ii) supressão de tradução (7, 11). No silenciamento gênico, os miRNAs, em sua maioria, interagem com sequências específicas na região 3' não traduzida (UTR- do inglês *untranslated region*) de mRNAs alvos, porém há evidências de interações com a região 5'UTR e sequências codificantes. Diferentemente do que é observado em animais, em plantas a presença de proteínas específicas determinam quais dos dois mecanismos serão ativados, ao invés da presença de sequências não complementares entre o miRNA e seu alvo (4, 12). Por exemplo, a proteína HYL1 é necessária no processo de clivagem de mRNA, enquanto a *dsRNA-binding protein 2* (DRB2) media a supressão de tradução, bem como regula negativamente a expressão de HYL1 (6, 13).

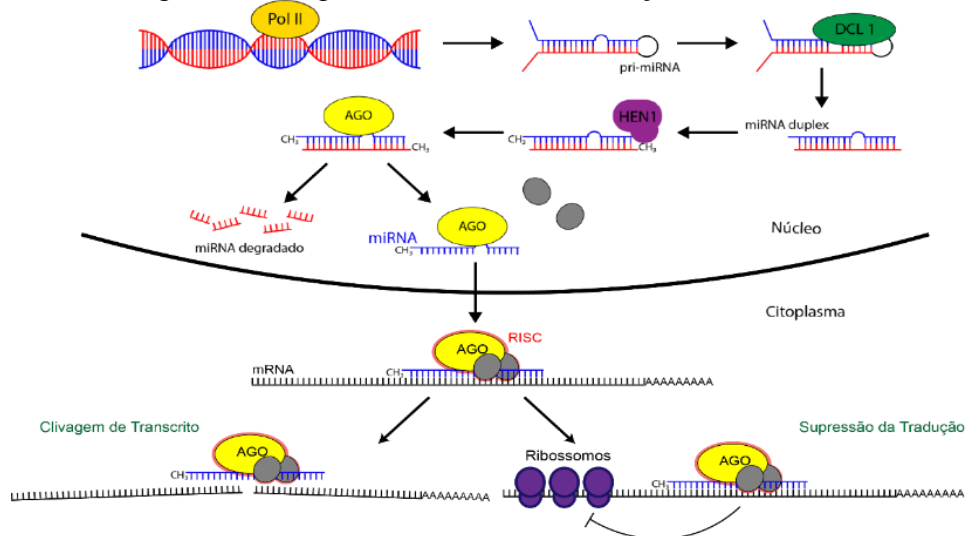
O mecanismo preferencialmente utilizado em plantas é a clivagem de transcritos, resultando na formação de fragmentos 5' e 3' derivados do mRNAs alvos. Esse processo é



mediado pelas proteínas da família AGO, que possuem um domínio PIWI, com conformação análoga a RNase H com atividade endonuclease, sendo a AGO1 a representante da via canônica (14, 15). A maior parte dos fragmentos gerados nesse mecanismo são degradados por exonucleases citoplasmáticas, no entanto, produtos da clivagem de transcritos alvos de miRNAs de 22 nucleotídeos são estabilizados pela *Protein Supressor of Gene Silencing 3* (SGS3) e convertidos pela *RNA-dependent RNA polymerase 6* (RDR6) em dsRNAs (6, 16). Essas moléculas são clivadas pela DCL4 em *phased secondary small interfering RNAs* (phasiRNAs), que assim como miRNAs, podem se ligar a AGO1 para induzir a clivagem de mRNAs (4, 6) (Figura 1).

Apesar de ocorrer em menor frequência em plantas, miRNAs também podem realizar a regulação pós-transcricional através da supressão de tradução, havendo assim uma redução do produto proteico desproporcionalmente à redução de níveis de mRNA alvo. O RISC associados a AGO1, AGO7 e AGO10 são capazes de realizar supressão de tradução (6). No caso de AGO1-RISC, sabe-se que esse processo é dependente do local de ligação do miRNA no mRNA: AGO1-RISC ligado a 5' UTR bloqueia o recrutamento de ribossomos e o início de tradução, enquanto a ligação em sequências codificantes bloqueia o deslocamento do ribossomo e alongamento da proteína (6). O complexo RISC-mRNA recruta o corpo de processamento (corpos-p), composto principalmente pela *Varicose*, *Decapping 1* (DCP1) e DCP2, onde o complexo ficará ligado até posterior degradação do mRNA (17). Esse processo pode tanto ocorrer de forma livre no citoplasma, quanto em mRNAs que seriam traduzidos na parede do Retículo Endoplasmático Rugoso (18) (Figura 1).

Figura 1 – Biogênese e mecanismo de ação de miRNAs



Fonte: adaptado de: Achkar, Cambiagno & Manavella, 2016.



## RNAi na resposta a patógenos fúngicos

O tráfego de *Small non-coding RNA* (sRNA), incluindo miRNAs, ocorre de modo tecido-específico, bem como de acordo com o estágio de desenvolvimento de uma planta e configuram-se como moléculas com alta mobilidade, seja de célula a célula (curto alcance) ou sistematicamente (alto alcance) (19). Dessa forma, os sRNAs estariam envolvidos tanto com a regulação da imunidade desencadeada por padrões moleculares associados a patógenos, chamada de PTI (*PAM-triggered immunity*) quanto da imunidade desencadeada por efetores, a ETI (*Effector Triggered Immunity*) que é regulada por genes de resistência (genes R), atuando, assim, nas respostas de defesa da planta (20). Nesse sentido, o controle desses sistemas através de miRNAs é conservado em plantas, de modo a ocorrer uma regulação negativa na ausência de patógenos e ativação durante uma infecção como forma de reduzir os custos energéticos da ativação de ETI (6). Diversos miRNAs, em diferentes espécies vegetais, foram identificados por sua expressão diferencial na resposta a fungos: miR166, 393 e 400 em *Arabidopsis* (21, 22); miR156, 159, 164, 168 e 393 em *Triticum aestivum* (trigo comum) (23); miR166, 393, 1507, 1508 e 2109 em *Glycine max* (soja) (22); membros das famílias miR160a/b/c/d/f, 164a/b/f e 167a/b/c em *Oryza sativa* (arroz) (20).

Além disso, algumas evidências sugerem que os sRNAs também são mobilizados em trocas bidirecionais entre plantas e parasitas, fornecendo assim uma base para o RNAi de reino cruzado (*cross-kingdom-RNAi*). Este mecanismo foi descoberto no patógeno fúngico, *Botrytis cinerea*, que pode entregar sRNAs em várias espécies de plantas hospedeiras; isso ocorre porque uma vez dentro das células vegetais, esses sRNAs fúngicos sequestram a proteína da maquinaria de RNAi da planta, AGO1, para silenciar os genes da resposta imune do hospedeiro (24). Logo após essa descoberta inicial, demonstrou-se que as plantas também enviam sRNAs para patógenos a fim de direcionar e silenciar genes relacionados à virulência dos fungos. Um estudo com *Arabidopsis* transgênicas para produção de pequenos RNAs contra DCL1 e DCL2 de *B. cinerea* mostrou que essas plantas sofrem lesões menores durante a infecção. Isso não somente sugere que há transferência de sRNAs da planta hospedeira para o fungo, como também que essas enzimas, essenciais no processamento de miRNAs e siRNA, atuam direta ou indiretamente no processo de infecção (25). No mesmo sentido, Zhang e colaboradores (26) demonstraram que plantas são capazes de exportar miRNAs endógenos para a célula do fungo infectante para o silenciamento de



genes de virulência; seu estudo mostrou que o algodão envia miR166 e 159 para o fungo *V. dahliae*, silenciando respectivamente os genes  $\text{Ca}^{2+}$ -dependent cysteine protease (*Clp-1*) e isotrichodermin C-15 hydroxylase (*HiC-15*), ambos essenciais para virulência (26). Posteriormente, Cai *et al.* (27) relataram que a exportação de miRNAs entre *Arabidopsis* e *B. cinerea* é realizada mediante vesículas extracelular de plantas, em especial exossomos (27).

### **Métodos de aplicação de RNAi**

Para que ocorra o PTGS (*post transcriptional gene silence*) os RNAi necessitam ser introduzidos nos fungos patogênicos alvos. Existem diferentes estratégias pelas quais essas moléculas de RNA podem ser introduzidas nos microrganismos alvos, essas estratégias podem se basear na aplicação de dsRNAs (*double-strand RNAs*) ou sRNA (*small RNAs*, como miRNAs e siRNAs) por via transformativa ou não-transformativa (28). A via transformativa se baseia na indução do silenciamento gênico induzido pelo hospedeiro (HIGS - do inglês, *Host induced gene silence*), no qual a planta hospedeira do patógeno, por meio de uma transformação genética estável, irá produzir dsRNAs (29). Nesse caso, a planta transgênica será capaz de produzir dsRNAs e siRNAs que atingirão as células do patógeno e posteriormente serão capazes de silenciar determinado gene de importância para o seu pleno desenvolvimento e/ou virulência (30). Embora a técnica de HIGS tenha se mostrado eficaz no controle de alguns fungos, seu desenvolvimento é oneroso, por se tratar de uma técnica que leva mais tempo e recursos para ser elaborada, bem como precisa passar por processos jurídicos regulatórios, além de que, a liberação constante dessas moléculas de RNA pela planta hospedeira acaba causando uma pressão seletiva que pode levar a emergência de linhagens patogênicas resistentes (30).

A via não-transformativa se fundamenta na aplicação tópica de dsRNAs sob as plantas que se deseja proteger, de modo que, essas moléculas sejam capazes de se translocar pelo sistema vascular das mesmas e resultar em uma proteção sistêmica (31). O principal método não-transformativo utilizado atualmente é o SIGS (do inglês, *Spray-induced gene silence*) no qual as moléculas de dsRNA são pulverizadas na superfície da planta e posteriormente absorvidas e processadas para entrega ao patógeno, ou pode ser incorporada pelo patógeno e ser processada pelo seu próprio mecanismo de silenciamento (29). Apesar de não necessitar a geração de uma planta transgênica como no método de HIGS, um dos

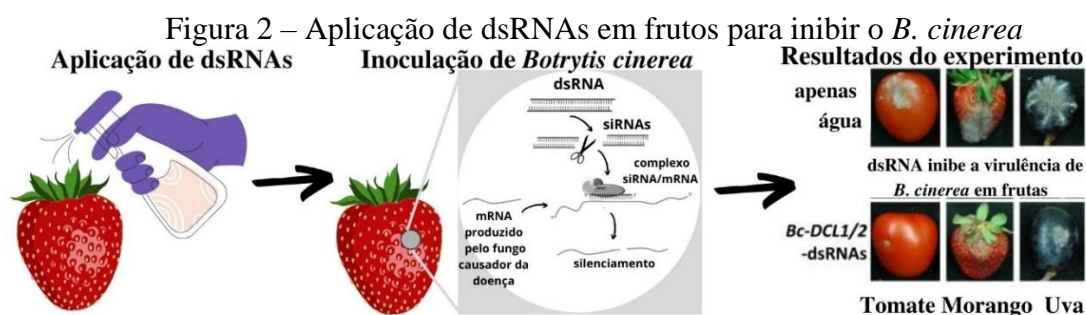
desafios dessa técnica é preservar a estabilidade das moléculas, já que, após aplicadas, elas estarão expostas às condições ambientais, como temperatura, radiação entre outros, porém, esses efeitos podem ser minimizados com o uso de nanopartículas (32).

### Aplicação em frutos a nível de pesquisa e comercial

Os avanços tecnológicos no campo da biotecnologia vêm tornando possível projetar e construir dsRNAs e sRNAs específicos para o silenciamento de genes de interesse. A abordagem HIGS foi utilizada em frutos de banana, citrus, tomate e pimenta, visando controlar diversas doenças fúngicas (Tabela 1); os frutos transformados apresentaram maior resistência ao patógeno, mostrando ser uma técnica promissora (33, 34, 35). O método SIGS vêm ganhando notoriedade pela praticidade na aplicação e efetividade no combate dos patógenos. Em frutos de tomate, maçã, morango e uva, foi demonstrado que a aplicação externa de sRNAs e dsRNAs podem controlar o desenvolvimento de fungos, como *Botrytis cinerea* e *Aspergillus niger* (Figura 2) (25, 36).

Tabela 1 - Aplicações de métodos SIGS e HIGS em frutos no controle de fungos

Fruto	Fungo patógeno	Método	Gene alvo	Referência
Banana	<i>Fusarium oxysporum</i>	HIGS	<i>Fusarium velvet</i> gene (ihpRNA-VEL) e <i>Fusarium transcription factor 1</i> gene (ihpRNA-FTF1)	(33)
Citrus	<i>Colletotrichum abscissum</i>	HIGS	Succinate dehydrogenase (SDH)	(34)
Tomate e pimenta	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	HIGS	Conidial Morphology 1 protein (COM1)	(35)
Morango, tomate e uva	<i>Botrytis cinerea</i>	SIGS	<i>Bc-DCL1</i> <i>Bc-DCL2</i>	(25)
Maçã, tomate e uva	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Aspergillus niger</i>	SIGS	<i>Bc-DCL1</i> , <i>Bc-DCL2</i> DCTN1, SAC1, pgxB	VPS51, (36)



Fonte: adaptado de: Wang *et al.*, 2016.





Estes estudos mostram o potencial para criação de uma nova geração de “fungicidas de RNA”. Para o desenvolvimento de produtos comerciais ainda são necessárias algumas etapas de investigação e etapas regulatórias, entre elas podemos citar: ampliar a identificação de genes alvo de dsRNAs; formulações com sistemas de entrega otimizados para cada tipo de fungo e tecido vegetal, de modo que, o produto seja absorvido e mantenha a estabilidade; aprovação nas avaliações biossegurança e bom equilíbrio entre custo e benefício.

## **Conclusão**

A utilização da técnica de RNAi é promissora visando combater doenças fúngicas em frutos, sendo tendência que essas técnicas continuem sendo exploradas para aprofundar o conhecimento molecular e que futuramente possam até mesmo superar fungicidas sintéticos, tanto em aspectos de efetividade contra patógenos, quanto de menor impacto ambiental e menor custo financeiro.

## **Referências Bibliográficas**

1. PRUSKY D. Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects. **Food Security**, v. 3, n. 4, p. 463–74, 2011.
2. NICOLOPOULOU-STAMATI, P. *et al.* Chemical pesticides and human health: The urgent need for a new concept in agriculture. **Frontiers in Public Health**, v. 4, n. 148, 2016.
3. STEPIEN, A. *et al.* Posttranscriptional coordination of splicing and miRNA biogenesis in plants. **Wiley Interdisciplinary Reviews: RNA**, 8, 2017.
4. YU, Y., JIA, T. & CHEN, X. The ‘how’ and ‘where’ of plant microRNAs. **New Phytologist**, n. 216, 2017.
5. BUDAK, H. & AKPINAR, B. A. Plant miRNAs: biogenesis, organization and origins. **Functional & Integrative Genomics**, n. 15, 2015.
6. SONG, X., LI, Y., CAO, X. & QI, Y. MicroRNAs and Their Regulatory Roles in Plant–Environment Interactions. **Annual Review of Plant Biology**, n. 70, 2019.





7. WANG, J., MEI, J. & REN, G. Plant microRNAs: Biogenesis, Homeostasis, and Degradation. **Frontiers in Plant Science**, 10, 2019.
8. BUDAK, H. & AKPINAR, B. A. Plant miRNAs: biogenesis, organization and origins. **Functional & Integrative Genomics**, 15, 2015.
9. BOLOGNA, N. G. *et al.* Nucleo-cytosolic Shuttling of ARGONAUTE1 Prompts a Revised Model of the Plant MicroRNA Pathway. **Molecular Cell**, 69, 2018.
10. ZHANG, B. *et al.* Linking key steps of microRNA biogenesis by TREX-2 and the nuclear pore complex in Arabidopsis. **Nature Plants**, n. 6, p. 957–969, 2020.
11. O'BRIEN, J., HAYDER, H., ZAYED, Y. & PENG, C. Overview of MicroRNA Biogenesis, Mechanisms of Actions, and Circulation. **Frontiers in Endocrinology**, n. 9, 2018.
12. BRODERSEN, P. *et al.* Widespread Translational Inhibition by Plant miRNAs and siRNAs. **Science**, 320, 2008.
13. ACHKAR, N. P., CAMBIAGNO, D. A. & MANAVELLA, P. A. miRNA Biogenesis: A Dynamic Pathway. **Trends in Plant Science**, n. 21, p. 1034–1044, 2016.
14. SONG, J.-J. CRYSTAL Structure of Argonaute and Its Implications for RISC Slicer Activity. **Science**, n. 305, 2004.
15. YUAN, Y.-R. *et al.* Crystal Structure of *A. aeolicus* Argonaute, a Site-Specific DNA-Guided Endoribonuclease, Provides Insights into RISC-Mediated mRNA Cleavage. **Molecular Cell**, n. 19, 2005.
16. PRAKASH, V., DEVENDRAN, R. & CHAKRABORTY, S. Overview of plant RNA dependent RNA polymerases in antiviral defense and gene silencing. **Indian Journal of Plant Physiology**, n. 22, p. 493–505, 2017.



17. MOTOMURA, K. *et al.* The role of decapping proteins in the miRNA accumulation in *Arabidopsis thaliana*. **RNA Biology**, n. 9, 2012.
18. LI, S. *et al.* MicroRNAs Inhibit the Translation of Target mRNAs on the Endoplasmic Reticulum in *Arabidopsis*. **Cell**, 153, 2013.
19. SCHAEFER, L. K. *et al.* Cross-Kingdom RNAi of Pathogen Effectors Leads to Quantitative Adult Plant Resistance in Wheat. **Frontiers. Plant Science**, V. 11, n. 253, 2020.
20. LI, Y. *et al.* Multiple Rice MicroRNAs Are Involved in Immunity against the Blast Fungus *Magnaporthe oryzae*. **Plant Physiology**, v. 164, n. 2, p. 1077–1092, 2014.
21. PARK, Y. J. *et al.* MicroRNA400-Guided Cleavage of Pentatricopeptide Repeat Protein mRNAs Renders *Arabidopsis thaliana* More Susceptible to Pathogenic Bacteria and Fungi. **Plant and Cell Physiology**, v. 55, n. 9, p. 1660–1668, 1 set. 2014.
22. WONG, J. *et al.* Roles of small RNAs in soybean defense against *Phytophthora sojae* infection. **The Plant Journal: For Cell and Molecular Biology**, v. 79, n. 6, p. 928–940, set. 2014.
23. XIN, M. *et al.* Diverse set of microRNAs are responsive to powdery mildew infection and heat stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). **BMC Plant Biology**, v. 10, p. 123, 2010.
24. WEIBERG, A. *et al.* Fungal small RNAs suppress plant immunity by hijacking host RNA interference pathways. **Science**. n. 342, p.118-123, 2013.
25. WANG, M. *et al.* Bidirectional cross-kingdom RNAi and fungal uptake of external RNAs confer plant protection. **Nature Plants**, v. 2, n. 10, 2016.
26. ZHANG, T. *et al.* Cotton plants export microRNAs to inhibit virulence gene expression in a fungal pathogen. **Nature Plants**, v. 2, n. 16153, 2016.



27. CAI, Q. *et al.* Plants send small RNAs in extracellular vesicles to fungal pathogen to silence virulence genes. **Science** (New York, N.Y.), v. 360, n. 6393, p. 1126–1129, 2018.
28. CAGLIARI, D. **Transcriptome analysis and exploring RNAi and CRISPR in the Neotropical stink bug, Euschistus heros**. Tese (Doutorado) - Department of Plants and Crops, Ghent University, p. 221, 2021.
29. SANG, H.; KIM, J. I. Advanced strategies to control plant pathogenic fungi by host-induced gene silencing (HIGS) and spray-induced gene silencing (SIGS). **Plant Biotechnology Reports**, v. 14, n. 1, p. 1–8, 2020.
30. QI, T. *et al.* Host-Induced Gene Silencing: A Powerful Strategy to Control Diseases of Wheat and Barley. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 1, 2019.
31. ANDRADE, E. C. DE; HUNTER, W. B. **RNA Interference – Natural Gene-Based Technology for Highly Specific Pest Control (HiSPeC)**. Editora IntechOpen, 2016.
32. MITTER, N. *et al.* Clay nanosheets for topical delivery of RNAi for sustained protection against plant viruses. **Nature Plants**, v. 3, p. 16207, 2017.
33. SIDDHESH, B. G. *et al.* Host-induced post-transcriptional hairpin RNA-mediated gene silencing of vital fungal genes confers efficient resistance against Fusarium wilt in banana. **Plant Biotechnology Journal**, v. 12, n. 5, p 541-553, 2014.
34. GOULIN, E. H. *et al.* RNAi-induced silencing of the succinate dehydrogenase subunits gene in *Colletotrichum abscissum*, the causal agent of postbloom fruit drop (PFD) in citrus, **Microbiological Research**, v. 260, 2022.
35. MAHTO, B.K. *et al.* Host-induced silencing of the *Colletotrichum gloeosporioides conidial morphology 1* gene (*CgCOM1*) confers resistance against Anthracnose disease in chilli and tomato. **Plant Mol Biol**, n. 104, 381–395, 2020.



36. QIAO, L. *et al.* Spray-induced gene silencing for disease control is dependent on the efficiency of pathogen RNA uptake. **Plant Biotech. Journal**, v. 19, n. 9, p. 1756-1768, 2021.



## **Uso das tecnologias de alta pressão para potencializar as reações enzimáticas de proteínas vegetais visando a melhoria das propriedades multifuncionais dos hidrolisados obtidos**

**Ana Flávia Coelho Pacheco<sup>1\*</sup>; Flaviana Coelho Pacheco<sup>2</sup>; Gabriela Zinato Pereira<sup>3</sup>; Isabela Soares Magalhães<sup>4</sup>; Mateus Aparecido dos Santos<sup>5</sup>; Paulo Henrique Costa Paiva<sup>6</sup>; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior<sup>7</sup>**

**Resumo:** Com as mudanças nos padrões alimentares, a demanda por proteínas vegetais vem crescendo muito nos últimos anos. Essas proteínas tem demonstrado em diversos estudos possuir diversas propriedades técnico-funcionais, como capacidade de retenção de água e / ou óleo, capacidade emulsificante, capacidade espumante e propriedades gelificantes. Por outro lado, essas técnico-funcionalidades são altamente dependentes da solubilidade das proteínas. As glutelinas, que representa uma das classes de proteínas vegetais, são as principais responsáveis pela baixa solubilidade de certas proteínas vegetais, como exemplo, as proteínas derivadas da soja. Assim, a hidrólise dessas proteínas torna-se uma estratégia para superar essas limitações, uma vez que, os hidrolisados proteicos têm demonstrado apresentar melhores propriedades técnico-funcionais que a proteína nativa. Além disso, esses hidrolisados podem conter peptídeos com potenciais propriedades biológicas, tais como: atividade antidiabética, antioxidante, anti-hipertensiva, anti-inflamatória e antimicrobiana, sendo classificados como peptídeos bioativos. Por outro lado, para aplicações à nível industrial, os processos enzimáticos apresentam algumas desvantagens como alto custo da enzima, longo tempo de reação, baixo grau de hidrólise e baixa estabilidade enzimática. Neste contexto, diferentes métodos físicos, como a alta pressão isostática (API) e homogeneização à alta pressão (HAP), vêm sendo aplicados em combinação com a hidrólise enzimática para melhorar o desempenho de enzimas comerciais. Assim, essa revisão apresenta o impacto das tecnologias de alta pressão visando a potencialização das reações enzimáticas de proteínas vegetais, bem como as melhorias nas propriedades técnicos-funcionais e biológicas dos hidrolisados obtidos.

**Palavras-chave:** Mudanças conformacionais. Processamento por alta pressão. Propriedades biológicas. Propriedades técnico-funcionais.

---

<sup>1,2,3,4</sup>Discente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

<sup>5</sup>Discente, Departamento de Ciências Biológicas, UniAcademia - Juiz de Fora

<sup>6</sup>Docente, Instituto de Laticínios Cândido Tostes, EPAMIG, Juiz de Fora

<sup>7</sup>Docente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

E-mail para a correspondência: anaflaviacoelho93@gmail.com





## 1. Introdução

Nos últimos anos, a demanda dos consumidores por proteínas vegetais tem crescido e esse movimento tem sido impactado por diversos fatores como crescimento populacional, mudanças nos hábitos alimentares (vegetarianismo e veganismo), alimentação restritiva por motivos de saúde (intolerância à lactose e proteínas animais), sustentabilidade religiosa e ambiental, aversão ao uso de animais, entre outros (1, 2).

As proteínas vegetais têm demonstrado possuir diversas propriedades técnico-funcionais, como capacidade de retenção de água e/ou óleo, capacidade emulsificante, capacidade espumante e propriedades gelificantes (3; 4; 5). As técnico-funcionalidades dessas proteínas podem ser melhoradas para melhor desempenho dessas como ingredientes alimentares. Atualmente, diversos métodos têm sido utilizados para modificar as proteínas e assim melhorar suas propriedades técnico-funcionais, dentre eles tem-se os métodos químicos (6), engenharia genética, enzimática (7) e físicos.

Dentre esses métodos, a hidrólise enzimática dessas proteínas vem sendo estudada para geração de hidrolisados com melhores propriedades técnico-funcionais em comparação com as proteínas nativas. Além disso, esses hidrolisados podem conter peptídeos com potenciais propriedades biológicas, tais como: atividade antidiabética, antioxidante, anti-hipertensiva, anti-inflamatória e antimicrobiana, sendo classificados como peptídeos bioativos (8). Porém, para aplicação em nível industrial, o uso da hidrólise enzimática pode ser limitado pelo o alto custo da enzima, longo tempo de reação, baixo grau de hidrólise e alto consumo de energia (9; 10).

Neste contexto, a hidrólise enzimática tem sido utilizada em combinação com métodos físicos como as tecnologias não convencionais, por exemplo, ultrassom, microondas, alta pressão isostática (API) e homogeneização de alta pressão (HAP). Dentre os métodos físicos, a API e HAP são consideradas importantes tecnologias físicas capazes de induzir alterações estruturais em proteínas e enzimas (11). API e HAP são tecnologias emergentes no processamento de alimentos que envolvem o uso de alta pressões (até 1200 MPa para API e até 400 MPa para HAP). Durante o processamento, essas tecnologias podem induzir mudanças na conformação de moléculas, como as proteínas/enzimas, melhorando os processos enzimáticos e, conseqüentemente, potencializando as propriedades multifuncionais de hidrolisados e peptídeos de proteínas dependendo das condições de processo aplicado (11).

Neste contexto, essa revisão tem como objetivo descrever os efeitos das tecnologias de API e HAP na potencialização das reações enzimáticas de proteínas vegetais, bem como os impactos nas propriedades técnicas-funcionais e biológicas dos hidrolisados obtidos.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Proteínas vegetais e propriedades multifuncionais de seus hidrolisados e peptídeos

A demanda por fontes alternativas e sustentáveis de proteína, contribuiu para o aumento do interesse em proteínas à base de plantas. A Figura 1 mostra diferentes fontes de proteínas vegetais.

**Figura 1.** Fontes de proteínas vegetais.

Leguminosas	ervilhas, feijões, grão de bico, lentilhas e tremoços
Oleaginosas	soja, amendoim, linhaça e colza/canola
Cereais	trigo, milho, arroz, aveia, cevada e sorgo
Pseudocereais	quinoa, amaranto, chia e trigo sarraceno
Resíduos Agroindustriais	sementes ou caroços, cascas, bagaço

**Fonte:** Adaptado de Kyriakopoulou, Dekkers, & van der Goot (12).

As principais classes de proteínas vegetais são as albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas. As albuminas consistem em uma fração de proteína solúvel em água que pode coagular se aquecida, enquanto as globulinas são insolúveis em água, mas solúveis em soluções salinas (por exemplo NaCl). As prolaminas têm a particularidade de serem resistentes ao calor e são insolúveis em água e soluções salinas, embora sejam solúveis em soluções alcoólicas aquosas concentradas (60-70% v/v). As glutelinas também são insolúveis em água, mas solução ácida ou alcalina diluída pode ser usada para promover sua solubilização e extração (13).



As proteínas da soja são as mais utilizadas pelas indústrias alimentícias nas muitas formulações de alimentos à base de proteínas, como creme, chantilly, pães, bolos, alternativas à carne e laticínios, macarrão, sopas e uma variedade de alimentos e suplementos nutricionais. Entretanto essas proteínas, com destaque para as globulinas que são as principais proteínas presentes nos vegetais, apresentam baixas propriedades técnico-funcionais (14). Assim, diferentes modificações físicas, químicas e enzimáticas têm sido realizadas para melhorar as propriedades técnico-funcionais dessas proteínas.

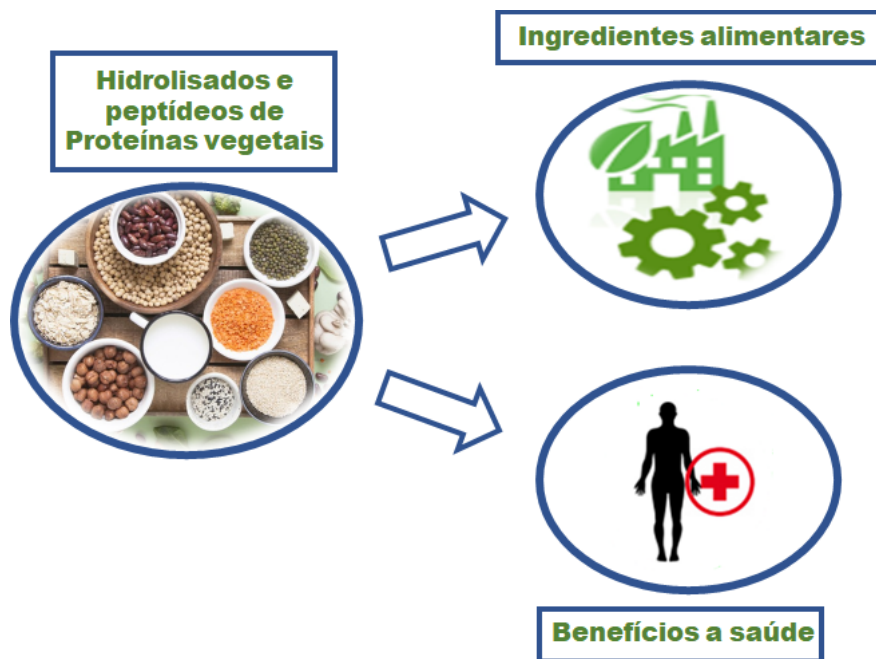
A hidrólise enzimática oferece algumas vantagens como maior especificidade ao substrato e baixa toxicidade, quando comparadas com procedimentos convencionais baseados em ácido-base e alta temperatura (9; 10). Este método consiste na clivagem da ligação peptídica entre os aminoácidos da proteína em hidrolisados de vários tamanhos e diferentes composições de aminoácidos.

A hidrólise enzimática de proteínas vegetais pode gerar hidrolisados com propriedades técnico-funcionais melhoradas em relação à proteína nativa. Por exemplo, Bučko et al. (7) estudaram a influência da hidrólise enzimática na solubilidade e propriedades emulsificantes do isolado de proteína de semente de abóbora (IPSA). Com a hidrólise enzimática, a solubilidade dos hidrolisados de IPSA aumentou em relação à IPSA nativa em toda a faixa de pH testada. IPSA nativa não apresentou capacidade emulsificante nas condições avaliadas, em contraste, seus hidrolisados apresentaram capacidade emulsificante independentemente do pH e da força iônica.

Dentre esses hidrolisados, podem conter agentes nutracêuticos, pois dependendo da estrutura primária dos hidrolisados, ou seja, a composição e sequência dos aminoácidos, bem como ao tamanho e conformação molecular, estes podem apresentar potenciais propriedades biológicas, sendo denominados nesses casos como “peptídeos bioativos”, que são geralmente compostos de 2 a 20 resíduos de aminoácidos (15). Por exemplo, Pantoa et al. (16) avaliaram a bioatividade de hidrolisados de proteína de arroz. De acordo com os resultados, os peptídeos derivados da proteína de arroz sob ação da enzima alcalase exibiram atividades antioxidantes (2,2-difenil-1-picrilhidrazil-DPPH e quelantes de  $Fe^{2+}$ ) e atividade inibidora da ECA, em estudos *in vitro*.

Neste contexto, a obtenção de hidrolisados e peptídeos a partir da hidrólise enzimática de proteínas vegetais são estratégicos não somente para melhorar as técnico-funcionalidades das proteínas, mas também a obtenção de peptídeos de interesse industrial visando o desenvolvimento de ingredientes alimentares, produtos e fármacos com benefícios a saúde (Figura 2).

**Figura 2.** Aplicações dos hidrolisados e peptídeos de proteínas vegetais.



Fonte: autores, 2022.

Apesar das vantagens no uso de enzimas em processos industriais, algumas desvantagens são observadas, dentre elas o alto custo das enzimas, diferença entre as condições ideais de processo (tais como pH e temperatura) em relação às condições ótimas da enzima, longo tempo de reação, baixa taxa de conversão e baixa estabilidade enzimática (9; 10). Conseqüentemente, a hidrólise enzimática se beneficia da aplicação crescente de tecnologias não-convencionais, também conhecidas como tecnologias emergentes, uma vez que, tecnologias físicas têm sido empregadas em conjunto com a hidrólise enzimática para melhorar o desempenho das enzimas (9; 10). Dentre as tecnologias emergentes que vêm sendo estudadas tem-se a alta pressão isostática (API), homogeneização à alta pressão (HAP), micro-ondas e ultrassom. Dentre essas tecnologias, destacam-se a API e HAP.

## **2.2 Alta pressão isostática e homogeneização à alta pressão**

A API é também conhecida como alta pressão hidrostática ou processamento de alta pressão. Já a HAP também é chamada de homogeneização de ultra-alta pressão ou alta pressão dinâmica (17).

Na tecnologia de API, o produto é submetido a uma pressão de até 1000 MPa em condições otimizadas de tempo e temperatura usando um líquido de baixa compressibilidade como meio de



pressurização. Dessa forma, os produtos alimentícios são normalmente embalados em um recipiente flexível e, durante a pressurização, a pressão é transferida de forma instantânea e uniforme por todo o alimento (princípio isostático), independentemente do tamanho e geometria do produto (11).

Já no processo de HAP, o fluido é forçado a escoar por meio de um estreito orifício (*gap*), resultando em uma rápida aceleração (entre 150 e 300 ms<sup>-1</sup>) e pressão (até 400 MPa). Após a passagem pela válvula de homogeneização, uma descompressão abrupta do fluido ocorre gerando um efeito de cavitação. Outros efeitos também ocorrem durante o processo como cisalhamento, atrito, turbulência e impacto. Além disso, um aumento de temperatura (cerca de 1,5–2,5°C a cada aumento de 10 MPa na pressão) também é verificado, devido ao intenso atrito na região da válvula homogeneizadora (11).

Atualmente, essas tecnologias têm sido exploradas para promover alterações nas estruturas secundárias, terciárias e quaternárias das proteínas/enzimas (11). Além disso, em combinação com a hidrólise enzimática de proteínas, pode potencializar a obtenção de hidrolisados com melhores propriedades que as proteínas nativas, bem como peptídeos potencialmente bioativos.

### **2.3 Efeito do processamento à alta pressão nas propriedades técnico-funcionais de hidrolisados de proteínas vegetais**

Liu et al. (15) estudaram os efeitos combinados do processo por API (0,1; 100; 300 e 500 MPa) com hidrólise enzimática (alcalase e papaína) nas propriedades emulsificantes das proteínas do arroz. De acordo com os resultados, o índice de atividade emulsificante e o índice de estabilidade emulsificante dos hidrolisados foram melhorados em relação à proteína nativa até 30 min.

Yuan et al. (14) avaliaram o efeito da HAP (30 MPa) nas propriedades técnico-funcionais de hidrolisados de isolado proteico de soja sob ação da pepsina. De acordo com os resultados, o HAP foi capaz de melhorar a solubilidade dos hidrolisados em 2 < pH < 4 em comparação com o controle. Em pH 7,0, a solubilidade dos hidrolisados sem efeito e sob efeito da HAP foram de 54,0% e 63,2%, respectivamente. A HAP também melhorou a capacidade de formação de espuma dos hidrolisados, por outro lado, não teve efeito sobre a estabilidade de espuma.





## **2.4 Efeito do processamento à alta pressão nas propriedades biológicas de peptídeos bioativos de proteínas vegetais**

Franck et al. (18) avaliaram a hidrólise enzimática assistida por API na geração de peptídeos do isolado de proteína de linhaça. No estudo, a hidrólise enzimática do isolado de proteína de linhaça ocorreu sob ação tripsina a 100 e 300 MPa por 5 e 10 min e avaliou a atividade antioxidante (ensaio de capacidade de absorção de radicais de oxigênio). De acordo com os resultados, o tratamento a 300 MPa por 5 e 10 min melhorou a atividade antioxidante dos peptídeos de proteína de linhaça em 39% e 55%, respectivamente, em comparação com o controle.

Zhao et al. (19) avaliaram o efeito do pré-tratamento de HAP (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 MPa) antes da hidrólise enzimática do isolado de proteína de soja. Os resultados sugeriram que o tratamento a 20 MPa aumentou as atividades antioxidantes (sequestrantes de radicais DPPH) dos peptídeos (66,65%) de isolado de proteína de soja em comparação com o controle (54,18%).

Zhang, Mu (20) avaliaram os peptídeos de proteína de batata-doce gerados por alcalase sob API (100, 200 e 300 MPa). As atividades antioxidantes dos peptídeos de proteína de batata-doce foram determinadas usando atividade sequestrante de OH, capacidade quelante de  $Fe^{2+}$  e ensaio de capacidade de absorção de radicais de oxigênio. Os peptídeos sob API (100-300 MPa) tiveram atividade sequestrante de OH e capacidade quelante de  $Fe^{2+}$  significativamente maior em comparação ao controle. Em outro estudo, Dong et al. (21) avaliaram o efeito da HAP (0,1; 40 e 80 MPa) nas propriedades biológicas de peptídeos de proteínas de amendoim sob ação da enzima alcalase. De acordo com os resultados, o efeito da HAP foi positivo nas propriedades biológicas dos peptídeos de proteínas de amendoim. O valor de poder redutor máximo (0,52) foi obtido quando se aplicou 5 mg/mL dos peptídeos de proteína de amendoim tratado com HAP a 80 MPa. A atividade máxima de eliminação de radicais DPPH (34,86%) dos peptídeos de proteína de amendoim a 5 mg/mL foi obtida quando a proteína de amendoim foi tratada por HAP abaixo de 40 MPa. Em relação a atividade sequestrante do radical hidroxila dos peptídeos de proteína de amendoim, os peptídeos de proteína de amendoim a 5 mg/mL após tratamento com HAP sob 40 ou 80 MPa exibiram uma maior atividade de eliminação de radicais hidroxila em comparação com os peptídeos de proteína de amendoim controle.



### 3. Conclusão

As tecnologias de alta pressão (API e HAP) são tecnologias não convencionais promissoras na área de alimentos. Do ponto de vista científico, a utilização dessas tecnologias em combinação com a hidrólise enzimática de proteínas pode levar a geração de hidrolisados e peptídeos com melhores propriedades e de interesse tanto para a indústria de alimentos no desenvolvimento de novos produtos, quanto para a indústria farmacêutica no desenvolvimento de fármacos.

No entanto, existem algumas lacunas na literatura atual referentes à eficiência no consumo de energia e o investimento de capital dessas tecnologias para essas aplicações. Assim, estudos devem ser conduzidos para avaliar sua prioridade em relação aos processos térmicos a serem implementados em escala industrial. Além disso, os estudos têm sido realizados *in vitro*, sendo necessários estudos *in vivo* para comprovar a real utilização desses peptídeos em produtos e/ou fármacos com alegações benéficas à saúde.

### 4. Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES - Código Financiamento 001; à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-00388-21 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto (429033/2018-4) e pela bolsa de produtividade à B.R.C. Leite Júnior (306514/2020-6).

### 5. Referências

1. DE BOER, J.; AIKING, H. Favoring plant instead of animal protein sources: Legitimation by authority, morality, rationality and story logic. **Food Quality and Preference**, v. 88, 104098, 2021.
2. PAROLIA, S. *et al.* Structure–Functionality of lentil protein-polyphenol conjugates. **Food Chemistry**, 367,v. p. 130603, 2022.
3. AHMED, T. *et al.* Effect of different oils and ultrasound emulsification conditions on the physicochemical properties of emulsions stabilized by soy protein isolate. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 49, p. 283-293, 2018.
4. LI, Y. P. *et al.* Effects of soy protein isolate on gel properties and water holding capacity of low-salt pork myofibrillar protein under high pressure processing. **Meat Science**, v. 176, n. 2, p. 108471, 2021.
5. MARINEA, M. *et al.* Soy protein pressed gels: Gelation mechanism affects the *in vitro*



- proteolysis and bioaccessibility of added phenolic acids. **Foods**, v. 10, n. 1, p. 154, 2021.
6. WANG, J. *et al.* Physicochemical, functional and emulsion properties of edible protein from avocado (*Persea americana* Mill.) oil processing by-products. **Food Chemistry**, v. 288, p. 146-153, 2019.
  7. BUČKO, S., *et al.* Influence of enzymatic hydrolysis on solubility, interfacial and emulsifying properties of pumpkin (*Cucurbita pepo*) seed protein isolate. **Food Hydrocolloids**, v. 60, p. 271-278, 2016.
  8. MAGALHÃES, I. S., *et al.* Ultrasound-assisted enzymatic hydrolysis of goat milk casein: Effects on hydrolysis kinetics and on the solubility and antioxidant activity of hydrolysates. **Food Research International**, v. 157, 111310, 2022.
  9. SOARES, A. DE S. *et al.* Ultrasound assisted enzymatic hydrolysis of sucrose catalyzed by invertase: Investigation on substrate, enzyme and kinetics parameters. **LWT - Food Science and Technology**, v. 107, n. December 2018, p. 164–170, 2019.
  10. SOARES, A. DE S. *et al.* Effect of ultrasound on goat cream hydrolysis by lipase: Evaluation on enzyme, substrate and assisted reaction. **LWT - Food Science and Technology**, v. 130, p. 109636, Aug. 2020.
  11. LEITE JÚNIOR, B. R. C.; TRIBST, A. A. L.; CRISTIANINI, M. **Enzyme Inhibitors and Activators**: Chapter 3. Effect of High-Pressure Technologies on Enzymes Applied in Food Processing. Editor Murat Senturk, 2017.
  12. KYRIAKOPOULOU, K.; DEKKERS, B.; VAN DER GOOT, A. J. **Sustainable Meat Production and Processing**: Chapter 6 - Plant-Based Meat Analogues, Editor(s): Charis M. Galanakis, Academic Press, 2019.
  13. LAFARGA, T. **Novel Proteins for Food, Pharmaceuticals and Agriculture: Sources, Applications and Advances: Potential applications of plant-derived proteins in the food industry**. Edição Dr Maria Hayes, 2018.
  14. YUAN, B. *et al.* Effects of limited enzymatic hydrolysis with pepsin and high-pressure homogenization on the functional properties of soybean protein isolate. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, n. 2, p. 453-459, 2012.
  15. KARAMI, Z.; AKBARI-ADERGANI, B. Bioactive food derived peptides: a review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 535–547, 2019.
  16. PANTOA, T. *et al.* Young rice protein as a new source of low allergenic plant-base protein. **Journal of Cereal Science**, v. 93, 102970, 2020.
  17. LIU, N. *et al.* Combined effects of limited enzymatic hydrolysis and high hydrostatic pressure on the structural and emulsifying properties of rice proteins. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 77, 2022.
  18. FRANCK, M. *et al.* High hydrostatic pressure-assisted enzymatic hydrolysis improved protein digestion of flaxseed protein isolate and generation of peptides with antioxidant activity. **Food Research International**, v. 115, p. 467-473, 2019.
  19. ZHAO, F. *et al.* High-Pressure Homogenization Pretreatment before Enzymolysis of Soy Protein Isolate: the Effect of Pressure Level on Aggregation and Structural Conformations of



- the Protein. **Molecules**, v. 23, 1775, 2018.
20. ZHANG, M.; MU, T. Identification and characterization of antioxidant peptides from sweet potato protein hydrolysates by Alcalase under high hydrostatic pressure. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 43, p. 92-101, 2017.
21. DONG, X. *et al.* Effects of combined high-pressure homogenization and enzymatic treatment on extraction yield, hydrolysis and function properties of peanut proteins. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 12, n. 4, p. 478-483, 2011.



## **Utilização de coprodutos no desenvolvimento de novos produtos: uma revisão narrativa**

**Nayana Hayss Araújo da Silva<sup>1\*</sup>; Isabella Maciel Costa<sup>1</sup>; Amanda Nayara Abreu Silva<sup>1</sup>; Camila Argenta Fante<sup>2</sup>**

**Resumo:** Os resíduos agroindustriais são coprodutos obtidos a partir do processamento agroindustrial, gerados em decorrência do processamento de frutas, sementes, vegetais, dentre outros. Os resíduos são gerados desde o início da cadeia produtiva até o destino final, o que resulta em grandes quantidades de cascas, sementes e bagaços, ricos em fibras, minerais, vitaminas, dentre outros. A recuperação desses coprodutos, acaba sendo utilizada como um ingrediente de alto valor agregado. Dentre os coprodutos gerados no processamento de alimentos e bebidas, pode-se citar as cascas e bagaços de frutas, o bagaço de malte, como também a amêndoa, casca e caroço do pequi. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi realizar uma revisão narrativa por meio de levantamento bibliográfico, verificando os principais componentes nutricionais, tecnológicos e os efeitos de se adicionar esses coprodutos na formulação de diferentes preparações. A pesquisa foi realizada através da busca por palavras-chave nos sites Google Acadêmico, Science Direct, Scielo e o portal de periódicos CAPES e foram selecionadas teses, monografias, artigos científicos, revisões bibliográficas e pôsteres publicados entre 2012 e 2022. Diante disso, a utilização desses coprodutos, o que contribui para a redução do desperdício de alimentos é de extrema importância para um sistema alimentar sustentável, garantindo a segurança alimentar e nutricional, com práticas de prevenção como a utilização integral dos alimentos. É possível concluir, portanto, que a utilização desses coprodutos é uma prática não só ambientalmente segura, como também, nutricional.

**Palavras-chave:** Bagaço de malte. Pequi. Resíduos agroindustriais.

### **Introdução**

Há uma elevada utilização de coprodutos agrícolas, principalmente de origem vegetal, para produção de alimentos. Os resíduos agroindustriais são coprodutos que são obtidos a partir do processamento agroindustrial. O Brasil gera diariamente coprodutos oriundos de atividades agroindustriais e parte desses coprodutos são descartados sem

---

<sup>1</sup>Discente, Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>2</sup>Docente, Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais.

E-mail para a correspondência: nayanahayss@gmail.com





tratamento, acarretando poluição do meio ambiente e perda de potenciais matérias-primas. Os coprodutos, também denominados como subprodutos, gerados em decorrência do processamento de vegetais, frutas, nozes, sementes, dentre outros, são ricos em fibras, proteínas, vitaminas, minerais e compostos bioativos e podem ser recuperados e utilizados como ingredientes com alto valor agregado (1, 2, 3).

Os resíduos são gerados desde o início da cadeia produtiva até o destino final, o que resulta em grandes quantidades de cascas, sementes e bagaços, que são jogados no lixo. Porém, em sua maioria, estão presentes componentes nutricionais de importância (4, 5). A pesquisa de Lima (3) traz dados sobre a perda de produtos agrícolas que ocorre durante as etapas de produção, sendo na colheita cerca de 10%, transporte e na industrialização 50% e no consumidor durante o preparo de alimentos em torno de 10%. No final estima-se que o aproveitamento da matéria prima vegetal seja 85%, não ultrapassando esse valor, e que os resíduos gerados sejam de 30 a 40%.

De acordo com Ramos *et al.* (6) o Brasil encontra-se na lista dos dez países que mais desperdiçam alimentos no mundo e em torno de 30% da produção agrícola não chega à mesa do consumidor. Cunha *et al.* (7) retrata que o modelo de produção consciente é um grande desafio enfrentado na época atual, devido ao desperdício de recursos naturais evidenciado e que impõe a conscientização dos indivíduos quanto ao controle na geração de resíduos. Ele expõe ainda que a redução do desperdício de alimentos é de extrema importância para um sistema alimentar sustentável, para garantir a segurança alimentar e nutricional, com práticas de prevenção como a utilização integral dos alimentos.

Martins (5) relata a crescente preocupação com os impactos ambientais e o alto índice de desperdício oriundo do processamento de alimentos. Conforme a pesquisa de Maia *et al.* (8), a busca por alternativas viáveis e econômicas para o aproveitamento de resíduos agroindustriais são rotina da indústria de alimentos que almejam atuar de forma mais sustentável. A pesquisa relata também que o aproveitamento de coprodutos é incentivado, diminuindo o desperdício de matérias-primas e custos de produção. Além disso, os processos que geram os coprodutos não possuem valor econômico à primeira vista, porém, possuem alto teor de nutrientes vindo a tornar-se matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos com maior valor agregado.

O crescimento da população está cada vez maior e, assim, torna-se necessário a criação de alternativas que aproveitem os coprodutos gerados no processamento de



alimentos. As quantidades de resíduos gerados nos diferentes processos industriais podem impactar na saúde do indivíduo e na qualidade ambiental (solo, água e ar), contudo, a maioria desses coprodutos podem ser utilizados em inúmeras aplicações alimentícias (9, 10). Nocente *et al.* (11) traz em seu estudo que o aproveitamento de coprodutos como fonte de matéria prima para gerar novos produtos vem ocasionando o interesse de pesquisadores das indústrias.

Fideles (10) relata que diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de caracterizar os coprodutos da agroindústria de inúmeras fontes e proporcionar alternativas para sua utilização em novos produtos e aplicações. Os coprodutos podem contribuir na tecnologia de alimentos aumentando o teor nutricional e diminuindo a poluição ambiental mediante descarte incorreto desses subprodutos (6). É extremamente relevante pesquisar sobre aproveitamento de coprodutos como fonte de matéria prima na intenção de conhecer a qualidade tecnológica e o teor nutricional dos resíduos gerados no processamento de alimentos, proporcionando uma utilização eficaz, econômica e segura no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

Dentre os coprodutos gerados no processamento de alimentos e bebidas, pode-se citar as cascas e bagaços de frutas, o bagaço de malte, como também a amêndoa do pequi, casca do pequi e caroço do pequi. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi realizar uma revisão narrativa por meio de levantamento bibliográfico, dos últimos 10 anos, verificando os principais componentes nutricionais, tecnológicos e os efeitos de se adicionar esses coprodutos na formulação de diferentes preparações demonstrando a importância de se utilizar os coprodutos para a redução de desperdício.

## **Metodologia**

A pesquisa foi elaborada pelo método de revisão narrativa por meio de levantamento bibliográfico. Foram selecionadas teses, monografias, artigos científicos, revisões bibliográficas e pôsteres publicados entre 2012 e 2022. A pesquisa foi realizada através da busca com palavras-chave: coprodutos, resíduos agroindustriais, aproveitamento integral, malte, bagaço de malte, fruto do cerrado, pequi e amêndoa de pequi nos sites Google Acadêmico, Science Direct, Scielo e o portal de periódicos CAPES.

## **Bagaço de malte**



A cevada é um cereal pertencente à família das gramíneas cultivada em escala comercial principalmente para uso na fabricação de malte (principal matéria-prima da indústria cervejeira). A fim de obter as enzimas necessárias para que o amido e outros polissacarídeos presentes na cevada sejam hidrolisados em açúcares fermentescíveis, os grãos são transformados em malte através de um processo denominado “maltagem”, o qual consiste na germinação do cereal em condições de temperatura, umidade e aeração controladas (12, 13). O bagaço de malte é o principal coproduto do processo de fabricação de cerveja, podendo corresponder a cerca de 85% dos resíduos gerados. Este coproduto é obtido após a etapa de mosturação e esgotamento dos grãos de malte moídos, momento em que já foram extraídos todos os compostos solúveis relevantes para a formação do mosto doce e sua clarificação. Para cada 100 kg de malte, são gerados entre 125 e 130 kg de bagaço úmido (14, 15, 16, 12, 13).

Seu principal destino atualmente ainda é a alimentação animal. Contudo, este coproduto é composto principalmente de cascas da cevada maltada e apresenta um rico valor nutricional, como alto valor de fibras, proteínas e açúcares, além de poder conter ácidos fenólicos e vitaminas. Sendo assim, em razão de sua grande disponibilidade e baixo custo, já vem sendo utilizado para alimentação humana, principalmente para elaboração de pães, bolos, barras de cereais, dentre outros (14, 15, 16, 12, 13). A composição e valor nutricional do bagaço de malte podem variar de acordo com o tipo de cevada, de processamento, de cerveja fabricada, se há adição de outros cereais, como milho, trigo, aveia e arroz (16).

O bagaço de malte é considerado perecível devido ao seu alto teor de umidade associado a um rico valor nutricional, o que o torna propício para o desenvolvimento microbiano. Assim, diversos métodos de conservação podem ser aplicados: congelamento, secagem, adição de conservantes, dentre outros (16). Considerando o impacto ambiental, o bagaço de malte pode ser um desafio, visto que tem altos teores de carboidratos, proteínas, gorduras e fibras resultando em uma demanda química de oxigênio muito elevada, cerca de cem vezes maior que a do esgoto doméstico. Dessa forma, a utilização do bagaço de malte na indústria de alimentos é muito interessante, pois contribui para o valor nutricional, redução dos resíduos e do impacto ambiental, geração de valor agregado ao coproduto (15, 12, 13).

Giuliani *et al.* (12) desenvolveram três formulações de bolos com diferentes concentrações de bagaço de malte (25, 50 e 75%) e avaliaram sua aceitação sensorial e



intenção de compra. As formulações apresentaram aceitabilidade sensorial satisfatória, sendo que a formulação com 50% de bagaço de malte apresentou o maior índice de aceitabilidade (90%) e a maior nota para intenção de compra (4, 5). Os autores concluíram que se pode utilizar o bagaço de malte na produção de bolos e obter aceitação dos consumidores, indicando uma possível viabilidade para produção e comercialização por parte das indústrias.

Figueiredo *et al.* (17) desenvolveram pães tipo francês com substituição parcial da farinha de trigo por bagaço de malte (5, 10 e 15%) e avaliaram as alterações nas características físico-químicas. A adição do bagaço de malte promoveu redução no teor de carboidratos e, conseqüentemente, no valor calórico dos pães, e um aumento nos teores de umidade, lipídios e cinzas. O pão com 10% de bagaço de malte apresentou menor dureza, maior teor de cinzas e casca e miolo mais escuros quando comparado à formulação controle (sem adição de bagaço). Os autores observaram que foi possível desenvolver pães adicionados de bagaço de malte com boa composição nutricional e com características visuais de um pão integral.

Kuiavski *et al.* (13) também desenvolveram pães com adição de farinha de bagaço de malte (20, 40 e 60%) e avaliaram sua aceitação sensorial e as características físico-químicas da formulação mais aceita. A formulação com adição de 20% do bagaço de malte apresentou maiores escores de aceitação sensorial para os atributos avaliados (aceitação global, aparência, aroma, sabor, textura e cor) e para a intenção de compra. Para esta formulação, observou-se um aumento no teor de cinzas, fibras, quando comparado com a formulação padrão (sem adição de bagaço) e de proteínas, sendo que o pão foi considerado como fonte de proteínas. Os autores obtiveram resultados que demonstraram boa aceitação sensorial e qualidade nutricional do produto.

Herrmann e Souza (18) elaboraram linguiça frescal de carne suína com adição do bagaço de malte de cevada (3%, 6% e 9%) e avaliaram suas características físico-químicas ao longo de 10 dias de armazenamento, além das características tecnológicas e sensoriais. A linguiça com 3% de bagaço apresentou um aumento do teor de proteínas e de fibra bruta no 10º dia de armazenamento quando comparada à formulação controle (sem adição de bagaço). Quanto à aceitação sensorial, a formulação com 3% de bagaço obteve um índice de aceitação global superior a 80%; a com 6% apresentou um índice de aproximadamente 70% e a com 9% atingiu um índice de aproximadamente 64%. Os autores concluíram que o bagaço de



malte é uma alternativa viável para ser utilizado em produtos cárneos, sendo que a formulação com 3% apresentou aumento no valor nutricional e melhor aceitabilidade.

Saraiva *et al.* (19) avaliaram os efeitos da adição do bagaço de malte nas propriedades físico-químicas de hambúrgueres em substituição à gordura. A adição do bagaço aumentou o teor de fibras e de proteínas, a dureza e consistência; reduziu o teor de gordura e o valor calórico, melhorou as propriedades de cozimento e conferiu capacidade antioxidante aos hambúrgueres. Observou-se boa aceitação e não houve diferença entre as formulações. Os autores concluíram que a adição do bagaço apresentou influência positiva nos hambúrgueres e que isso pode ser uma alternativa viável para aplicação industrial do bagaço com geração de valor agregado ao resíduo.

Diante das informações apresentadas, foi possível constatar que existem diversas aplicações para o bagaço de malte na indústria de alimentos e, assim, agrega-se valor a este resíduo e diminui-se a poluição ambiental. Ele pode contribuir para o valor nutricional, percepção sensorial e tecnologia dos alimentos produzidos e se tornar uma potencial matéria-prima alimentar.

### **Pequi (*Caryocar brasiliense Camb*)**

O Cerrado brasileiro é o segundo maior bioma do país, uma das áreas com maior destaque na preservação da biodiversidade e a mais rica flora dentre as savanas do mundo. O clima, vegetação e solo contribuem para evidenciar umas das floras mais ricas e está localizado nas regiões centro-oeste, sudeste e nordeste. As frutas nativas deste bioma estão sendo cada vez mais comercializadas, com características peculiares e formas variadas. Além disso, pode ser consumida na forma in natura como suco, licor, geleia, sorvete e outros tipos de doce ou incorporadas a outros coprodutos. Entre os frutos nativos do cerrado, o pequi salienta como mais expressivo e representa papel importante como fonte de alimentação e renda para os moradores da região (20, 21).

O Pequi (*Caryocar brasiliense Camb*) é um fruto encontrado na vegetação do cerrado brasileiro, caracterizado pelo seu gosto inconfundível. É constituído pelo exocarpo com coloração esverdeada ou marrom-esverdeada, mesocarpo externo, polpa branca com coloração pardo acinzentada e mesocarpo interno que é porção comestível do fruto, possui cor amarelada e quando maduro separa-se facilmente do mesocarpo externo. O endocarpo, que é espinhoso, preserva a amêndoa, revestida por um tegumento fino e marrom, também





comestível e com alto valor nutricional, mas na maioria das vezes é descartado. Em sua composição nutricional da amêndoa é rica em: riboflavina, tiamina, provitamina A, ácido oleico, ácido palmítico, ácido linoleico, zinco, iodo, além de conter cálcio, ferro e manganês (22, 20, 23).

Prado (24), retrata em sua pesquisa que a amêndoa de pequi é pouco conhecida dentre as amêndoas popularmente consumidas, no entanto, embora seja a menos difundida a amêndoa de pequi pode ser bem aproveitada na produção de farofas, pamonhas, bolos, doces e vários outros pratos. Apesar de não ser tão utilizada, estudos revelam que o consumo da amêndoa de pequi está começando a ser valorizado para fins comerciais e produção de pratos, conseguindo atender a demanda do consumidor, tanto consumido na forma in natura, seca ou torrada (25, 20).

Silva (21) usou a amêndoa de pequi e desenvolveu biscoito do tipo cookie utilizando a farinha obtida da amêndoa de pequi, que obteve característica físico-química satisfatória, com teor de umidade 1,6%, cinzas 1,9%, pH próximo da neutralidade 0,4 mg AGE.100g<sup>-1</sup> de fenólicos e teor de vitamina C 8,4 mg.100g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico. A atividade de água foi acima de 0,5 e proteína 8 g.100g<sup>-1</sup>. Da mesma forma, Silva *et al.* (26), utilizou a amêndoa de pequi para elaborar o biscoito do tipo cookie e comparou com o biscoito cookie de chocolate, em que o biscoito tipo cookie de amêndoa de pequi apresentou maior teor de cinzas, lipídios e proteína que o de chocolate. Na análise sensorial obteve uma boa aceitação e não houve preferência do cookie de chocolate em relação ao de amêndoa.

Já Prado (24) aproveitou a amêndoa do pequi e elaborou paçoca doce e fez um comparativo com paçoca de amendoim, em que a paçoca de amêndoa de pequi apresentou melhor teor proteico do que a paçoca de amendoim, mais escuras que as paçocas de amendoim, adquirida mediante processamento de cocção, sendo ótima fonte de minerais. Souza (27) evidenciou em sua pesquisa que a utilização de farinha do mesocarpo de pequi em iogurtes como enriquecimento é um coproduto de uso potencial no processamento de iogurtes para enriquecimento nutricional, funcional e incremento de características tecnológicas desejáveis.

Posto isso, o aproveitamento de coprodutos do pequi que em sua maioria seria descartado na natureza se torna importante sua utilização, possuindo propriedades nutricionais e características sensoriais satisfatória, podendo ser utilizada em diversas



preparações, agregando valor ao produto, diminuindo custos e impactos ambientais, sendo assim uma maneira mais sustentável de produção.

## **Conclusão**

Tendo em vista o que foi abordado, é possível concluir que o aproveitamento desses coprodutos, que em sua maioria, seriam descartados, pode agregar valor ao produto, diminuir impactos ambientais e até mesmo, se tornar uma potencial matéria-prima alimentar.

## **Referências Bibliográficas**

1. SOUSA, T. L. **Desenvolvimento de novo ingrediente a partir de coprodutos de cajude-árvore do cerrado (*Anacardium Othonianum* Rizz) e de milho (*Zea mays*)**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2019
2. SARAIVA, R. *et al.* Valorização dos resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana. **Pubsaúde**, v. 1, p. 10, 2018.
3. LIMA, F. L. A. **Aproveitamento de resíduos de frutos na elaboração de hambúrgueres com potencial valor nutritivo: uma revisão**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
4. SANTOS, C. M *et al.* Preparation, characterization and sensory analysis of whole bread enriched with papaya byproducts flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.
5. MARTINS, T. S. **Produção de coproduto de araçá (*Psidium cattleianum*): Características Da Farinha e Sua Aplicação Como Novo Ingrediente Na Indústria De Panificação**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.
6. RAMOS, S. A *et al.* Development of cookies with fruit co-products. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e5799108918, 2020.
7. CUNHA, J. A. *et al.* From seed to flour: Sowing sustainability in the use of cantaloupe melon residue (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*). **PLOS ONE**, v. 15, n. 1, p. e0219229, 2020.



8. MAIA, M. N. S; RAMOS, G. M; ANTUNES, V. C. Use of agroindustrial by-products in biscuit manufacturing. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.1, p. 1738-1747, 2022.
9. FERREIRA, A. *et al.* Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 3081-3089, 2018.
10. FIDELES, C. M. **Modificação física de farinha de araruta para aplicação em massa alimentícia enriquecida com coprodutos agroindustriais**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.
11. NOCENTE, F. *et al.* Upcycling of brewers spent grain by production of dry pasta with higher nutritional potential. **Food Science and Technology**, v.114, p.108421, 2019.
12. GIULIANI, C. S. *et al.* Elaboração de bolo enriquecido com fibras a partir da utilização de resíduo de cervejaria. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15396-15404, 2019.
13. KUIAVSKI, M. P. *et al.* Elaboração de pães com adição de farinha do bagaço de malte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53208-53221, 2020.
14. MATHIAS, T. R. S.; MELLO, P. P. M.; SERVULO, E. F. C. Caracterização de resíduos cervejeiros. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014, Florianópolis-SC. **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, p. 1-8.
15. RIGO, M. *et al.* Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. **Ambiência-Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 13, n. 1, p. 47-57, 2017.
16. PADIA, M. L. B. **Cookie funcional com bagaço de malte uma nova proposta quando comparado ao industrializado**. 2018. 62 p. Monografia (Graduação em Nutrição) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - Unijuí, Ijuí, 2018.
17. FIGUEIREDO, M. J. *et al.* Development and characterization of roll bread with partial replacement of wheat flour by malt bagasse. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e70291110468-e70291110468, 2020.
18. HERRMANN, G.; SOUZA, C. F. V. Use of barley malt pomace in the production of fresh sausage. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2020217, 2021.
19. SARAIVA, B. R. *et al.* Effect of brewing waste (malt bagasse) addition on the physicochemical properties of hamburgers. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, n. 10, p. e14135, 2019.



20. DAMIANI, C. *et al.* Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 71-78, 2013.
21. SILVA, S. R. **Biscoito tipo *cookie* de farinha de amêndoa de pequi: avaliação física e química**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2018.
22. COSTA, M. S. **Prevalência dos Alelos de Risco do Complexo hla dq2 e dq8 em Celíacos, no Sul do Brasil**. Pelotas, 2018. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) – Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.
23. SANTOS, B. O. **Perfil químico do pericarpo de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) in natura e na forma de farinha e o efeito da digestibilidade in vitro na bioacessibilidade dos compostos fenólicos**. 2021. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.
24. PRADO, N. F. O. **Aproveitamento do endocarpo de pequi para desenvolvimento tecnológico de paçoca doce**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2019.
25. SANTOS, G. G. *et al.* Aceitabilidade e qualidade físico-química de paçocas elaboradas com amêndoa de Baru. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 159-165, 2012.
26. SILVA, R. S; MONTEIRO, S. S; ROSA, C. S. Desenvolvimento de biscoitos tipo *cookie* formulados com amêndoa de pequi (*caryocar brasiliense* camb.) comparados com biscoitos tipo *cookie* de chocolate. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n. 1, p.77-82, 2014.
27. SOUZA, J. L. F. **Farinha do mesocarpo do pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess) : cinética da secagem, propriedades nutricionais, funcionais e enriquecimento de iogurtes**. 2015. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2015.



## Utilização de leveduras selvagens em produtos de panificação: uma revisão

Sílvio Jackson Félix Alves<sup>1\*</sup>; Thaís Costa Santos<sup>1</sup>; Wellington Barros da Silva<sup>1</sup>; Najara Sousa<sup>1</sup>; Luiz Eliel Pinheiro da Silva<sup>2</sup>; Valdy Gomes dos Santos<sup>3</sup>; Marina Lopes de Sousa<sup>3</sup>;

**Resumo:** Produtos panificáveis são consumidos em todo o mundo e são bem aceitos no mercado, esses produtos muitas das vezes são fermentados através de microrganismos, as leveduras. Esses seres microscópicos consomem os açúcares presentes na massa e convertem em etanol e dióxido de carbono que fica aprisionado nas redes de glúten, o que faz a massa crescer. A principal levedura utilizada para esta finalidade é a *Saccharomyces cerevisiae*, também conhecida como ‘levedura de padeiro’, no entanto, uma vasta espécies de leveduras selvagens (ou não-*Saccharomyces*) permanece inexplorada e com características interessantes. Portanto o objetivo principal desta revisão de literatura é mostrar a aplicação e potencial de leveduras selvagens em produtos de panificação. Os fungos são microrganismos heterotróficos e eucariontes que necessitam de matéria orgânica para sua nutrição. A *S. cerevisiae* é uma levedura bem consolidada no mercado devido a suas propriedades conhecidas, consumindo os açúcares do meio e convertendo-os em etanol e CO<sub>2</sub>, além disso ela apresenta fermentação rápida, alto consumo de açúcares, são resistentes ao etanol e produzem aroma e sabores característicos. As leveduras selvagens são pouco exploradas, mas apresentam características interessantes para indústria de panificação, uma vez que podem introduzir novas características sensoriais aos produtos, produzir enzimas de interesse, apresentam osmotolerância e criotolerância, no entanto, análises devem ser feitas antes da utilização dessas leveduras para torná-las seguras ao consumo humano. Essas leveduras não-convencionais necessitam de mais estudos, averiguan a sua capacidade e potencial na utilização da alimentação humana, tornam-se interessantes na indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** Fermentação. Não-*Saccharomyces*. Pão.

### Introdução

Produtos de panificação são bastante consumidos e já aceitos pelos consumidores como alimentos derivados de cereais, o qual representam alimentos básicos, produtos rebuscados, lanches, formulações infantis, dietéticos, alimentos para animais domésticos e produtos de confeitaria (1). Além de serem boas fontes de carboidratos, também fornecem proteínas, lipídios, fibras, vitaminas, micronutrientes e antioxidantes. O pão é um dos mais antigos produtos de panificação, sendo o primeiro pão feito por volta de 10.000 anos a. C. sua

---

<sup>1</sup>Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA, Fundação Universidade Federal do Tocantins – UFT.

<sup>2</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>3</sup>Discente do Bacharelado em Agroindústria, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal da Paraíba.

E-mail para a correspondência: jackson.alves@uft.edu.br





origem se deu quando o homem primitivo descobriu que alguns tipos de sementes podiam ser trituradas, misturadas com água e postas ao fogo para fazer comida (2).

As leveduras já eram utilizadas a séculos para a produção de alimentos e bebidas fermentadas (pão, cerveja e vinhos). No entanto, o processo de fermentação antigamente acontecia de forma espontânea e foi substituído com a evolução do conhecimento, passou a ser de forma controlada e culturas puras começaram a ser utilizadas como iniciadoras, o que aumentou a velocidade do processo, melhorou a qualidade e consistência da massa (3).

A *Saccharomyces cerevisiae*, conhecida como “fermento de padeiro”, é a principal levedura utilizada na indústria de produtos de panificação, bebidas e indústria farmacêutica, tornando-se um elemento indispensável para esses tipos de indústrias. Na panificação a levedura é responsável pela degradação dos açúcares e por consequência liberando CO<sub>2</sub>, tal qual responsável pelo crescimento do pão, tanto na fermentação da massa quanto na hora do cozimento deste. Essa levedura está associada a produção de produtos secundários na fermentação como alcoóis superiores, estéres aromáticos, ácidos graxos e outros componentes responsáveis pelas propriedades sensoriais do pão (4).

A fermentação é uma fase crucial na produção dos produtos fermentados, e a levedura de padeiro traz características essenciais e padronizadas para produção do pão, como sabor desejável; fermentação rápida, eficiente e completa; alta produção e tolerância ao etanol; e não apresenta riscos de produção de toxinas. As linhagens comerciais de *Saccharomyces cerevisiae* são selecionadas de acordo com os parâmetros desejáveis, a fim de proporcionar melhoria nas propriedades sensorias do pão, sendo o sabor e o aroma fatores muito importantes (3) (5).

Apesar de ser bem definida e padronizada, as propriedades da *S. cerevisiae* a sua posição como cultura starter limita a aplicação de outras cepas na fermentação, e também não está bem esclarecido se as cepas de *Saccharomyces* utilizadas atualmente são realmente adequadas para produção industrial, muitas destas linhagens podem apresentar déficit, como produção de odores e sabores desagradáveis; e fermentação lenta. Pesquisadores estão explorando a ideia de utilizar espécies não-*Saccharomyces* como culturas iniciais ao invés da levedura de padeiro comercial (6).

Características sensoriais são fatores determinantes em se tratando da preferência dos consumidores. Leveduras selvagens possuem várias aplicações industriais, são capazes de produzir uma diversidade de compostos aromáticos que por sua vez contribuem para o perfil sensorial do produto, algumas podem apresentar atividade de amilase, metabolismo atípico de



carbono e podem possuir atividade antimicrobiana. Apesar de apresentarem tais características interessantes, as leveduras selvagens não possuem uma capacidade de fermentação tão eficiente quanto a da *Saccharomyces cerevisiae*. Muitas dessas leveduras continuam inexploradas, e necessitam de um maior estudo para averiguação de suas propriedades, muitas destas leveduras podem produzir compostos tóxicos e se faz necessário algumas análises para avaliação de toxicidade (3) (6).

Diante do exposto, o objetivo deste presente trabalho é apresentar uma breve revisão de literatura sobre a aplicação e potencial de leveduras selvagens em produtos de panificação.

### **Metodologia**

A pesquisa apresentada é definida de caráter qualitativo. Para as buscas dos artigos foram utilizadas as bases de pesquisa Periódicos CAPES e Google Acadêmico com as seguintes palavras-chave para facilitar a pesquisa: “leveduras”; “fungos”; “leveduras selvagens”; “panificação”; “pão”. Cerca de 50 artigos foram consultados e foram selecionados de acordo com o tema proposto e a partir das palavras-chave utilizadas na busca feita, os que não se relacionavam com o contexto do artigo científico foram descartados.

### **Fungos e leveduras**

Fungos, são definidos como organismos eucarióticos e heterotróficos, ou seja, que necessitam de matéria orgânica, provenientes dos alimentos para que haja a obtenção de seus nutrientes, e, geralmente, podem ser classificados como multicelulares. (7). Podem, também, viver como saprófagos, quando obtêm seus alimentos pelo processo de decomposição de organismos mortos; ou como parasitas, quando se alimentam de substâncias que retiram dos organismos vivos nos quais se instalam, o que pode acarretar em alguns malefícios, porém há a possibilidade de estabelecer associações mutualísticas com outros organismos, e tal relação resulta em benefícios para ambos (8).

Com base no que foi apresentado anteriormente, pode-se ainda encontrar fungos, cujo quais apresentam alto interesse na fermentação industrial, principalmente em processos, como: elaboração de cerveja, de vinho e na fabricação de antibióticos, um exemplo clássico é o da penicilina, apresenta importância também na produção de vitaminas e ácidos orgânicos, como por exemplo, o ácido cítrico (9).

Além dos exemplos citados anteriormente, a fabricação de pães também depende da atividade saprofítica produzida pelos fungos. Um exemplo é a levedura *Saccharomyces*



*Cerevisiae*, popularmente conhecida como “levedura de padeiro”. De uma forma geral, o processo de fermentação de leveduras, resume-se a metabolizar os açúcares, como por exemplo: sacarose, glicose, frutose e maltose, que se encontram presentes na massa do pão, através da glicólise, e como resultado há produção de ácido pirúvico o qual na sequência é transformado em álcool etílico e dióxido de carbono (10) (11).

Atualmente, tem-se desenvolvido pesquisas sobre aplicação de leveduras selvagens na panificação, como uma alternativa ao uso da *S. cerevisiae*. Na literatura há disponíveis diversos estudos sobre o tema, como por exemplo o elaborado por Heitmann *et al.* (14), no qual os autores levantaram os impactos metabólicos causados pela utilização da levedura *S. cerevisiae* quanto aos parâmetros de qualidade do pão. Condessa (13), em sua pesquisa sobre o potencial de leveduras *Saccharomyces* e não-*Saccharomyces* autóctones do cerrado como culturas iniciadoras em processos de panificação, observou que das leveduras estudadas duas obtiveram características promissoras para aplicação na indústria de panificação.

### **Leveduras na panificação**

Os produtos de panificação fermentados, dentre eles o pão, são resultantes da atividade de microrganismos produtores de gás, eles produzem bolsas de gás no produto assado. Os principais componentes desses produtos são farinhas de cereais, água e microrganismos fermentadores, leveduras e/ou bactérias; outros ingredientes podem ser adicionados a fim de favorecer a ação fermentativa dos microrganismos que são adicionados na mistura. A história dos produtos de panificação e dos microrganismos já é bem antiga, no Egito, com a microscopia eletrônica de varredura revelaram a presença de células de leveduras em pães que foram recuperados de túmulos (15).

Na fabricação dos produtos de panificação fermentados a levedura é o principal componente de crescimento da massa, o fermento. A levedura mais utilizada é a *Saccharomyces cerevisiae* na maior parte do país, esta por sua vez apresenta características padrões para os produtos fermentados, alta taxa de fermentação, sabor e aroma já conhecidos e tolerância ao etanol. Existem dois tipos de leveduras, as ativas que são próprias para finalidade de fermentação e melhoramento das características sensoriais dos produtos e também existem as inativas que são utilizadas como suplemento alimentar, melhorando as características nutricionais e de sabor, uma vez que não apresentam capacidade de fermentação (3) (16).



Dentre os ingredientes utilizados na massa dos produtos fermentados, a água cria um ambiente propício para ativação das leveduras, isso possibilita a formação de gás que posteriormente é incorporado na rede de glúten. A produção de CO<sub>2</sub>, propiciada pela levedura, juntamente com a capacidade de retenção de gás da massa, são responsáveis pela determinação do volume, estrutura e textura do pão (17).

A *Saccharomyces cerevisiae*, muitas vezes denominadas de “fermento de padeiro”, ou simplesmente ‘o fermento’ é um fungo unicelular que possui uma DNA genômico nuclear de 12068 kb (kilobases), organizado em 16 cromossomos. Essa levedura é um organismo modelo para os aspectos das pesquisas básicas, devido a sua grande importância e contribuição valiosa para a indústria. Ela possui um estilo de vida baseado em ‘fazer-acumular-consumir’, proveniente do fato da *S. cerevisiae* mesmo em condições aeróbicas, não utiliza a respiração para metabolizar açúcares e promover crescimento da biomassa, mas sim para produzir etanol e dióxido de carbono, via piruvato; por consequência, essa levedura produz e acumula etanol que é tóxico para a maioria dos microrganismos e isso diminui a competição pelo consumo de açúcares (5).

As cepas de leveduras são selecionadas de acordo com seu desempenho na fermentação e capacidade formar compostos de *flavor* como os alcoóis, aldeídos, cetonas, ésteres, ácidos e de valor nutricional. A produção de biomassa, taxa de crescimento, osmotolerância e criotolerância também são características bem desejáveis em uma levedura com finalidades na fermentação de produtos de panificação. Além da *S. cerevisiae*, que é padrão para fermentação dos produtos de panificação e possui status Geralmente Reconhecido como Segura (em inglês *Generally Recognized As Safe – GRAS*), outros estudos estão avaliando a possibilidade de utilização de outras cepas não convencionais de leveduras na panificação (15) (18).

### **Leveduras selvagens em panificação**

De forma predominante, a *Saccharomyces cerevisiae* é uma levedura que dominou o mercado mundial de produtos fermentados, tal fato está relacionado a diversas combinações de fatores oriundas desta, que tornam a sua fermentação eficiente e complexa. A grande questão da utilização deste fungo em praticamente todos os processos fermentativos industriais de caráter alimentício, é a limitação no que tange a diversidade sensorial dos produtos finais (12).

Neste espectro e buscando uma diversificação dos painéis sensoriais, em especial de produtos de panificação, tem-se notado uma crescente demanda por investigação científica de



leveduras selvagens, que agreguem além das funções fermentativas, características sensoriais e microbiológicas complexas, para um mercado cada vez mais exigente por produtos que tragam experiências marcantes a cada degustação (3).

Condessa (12) afirma que quando o foco é a indústria de panificação, espera-se que as leveduras possuam características adequadas para o desenvolvimento do pão de forma satisfatória, sendo elas uma adequada produção de CO<sub>2</sub> para que o pão cresça com uma massa uniforme e volumosa, principalmente porque de acordo com Marqués et al., (2007) (19) as leveduras selvagens normalmente produzem menos CO<sub>2</sub> em comparação as leveduras já domesticadas devido não conseguirem fermentar a maltose, devem resistir a altas temperaturas, um amplo espectro de pH, concentrações altas de açúcar e sal, além de uma excelente produção de compostos aromáticos (14) (20).

Além das características intrínsecas aos produtos de panificação, as leveduras selvagens não podem apresentar potencial de risco de produção de compostos tóxicos a saúde humana, como por exemplo as aminas biogênicas. Esta é uma característica extremamente essencial e desejável para as leveduras a serem utilizadas como fermento, pois o consumo destes compostos em altas concentrações leva a casos toxicológicos graves, visto que eles funcionam no organismo como neurotoxinas (21) (3).

Alguns autores trazem acréscimos interessantes para literatura de panificação, onde relatam *Pichia*, *Candida*, *Debaromyces*, *Kluyveromyces* e *Schizosaccharomyces* como gêneros de leveduras satisfatórias para aplicação em panificação, podendo até mesmo substituírem a *S. cerevisiae*. Elas podem ser encontradas na natureza principalmente em condições de fermentação espontânea, associadas as bactérias do ácido lático (22) (14).

Edema e Sanni (23) identificaram a partir da fermentação espontânea de milho (*Zea mays*) por um período de 48h a 28°C e foi possível constatar 13 leveduras de 9 espécies diferentes. Corsetti *et al.*, (24) identificaram no fermento natural composições próximas de microrganismos, onde foram isoladas 19 leveduras, sendo que 17 delas correspondiam a *S. cerevisiae* e *Candida krusei*.

Um outro grande exemplo foi observado por Plessas *et al.* (25) onde aplicaram *Kluyveromyces marxianus* e concluíram que no teste sensorial o pão com 1 % de *Kluyveromyces marxianus* e 4 % de tiveram resultados positivos com relação aos atributos sabor e aroma. Além disso, na produção de pão de trigo, o uso de fermento natural tem se mostrado um inibidor da contaminação causada pelo *Bacillus subtilis* e *B. licheniformis* (26).

Condessa (12) trabalhando com





## Conclusão

As leveduras selvagens apresentam alto potencial de aplicação na indústria de produtos de panificação visto nos trabalhos apresentados, o seu uso melhorou características sensoriais e/ou algum aspecto físico e químico desses produtos. No entanto, para a utilização dessas leveduras se fazem necessárias mais análises específicas para avaliação desses microrganismos, se produzem compostos tóxicos, ou se realmente são boas fermentadoras e apresentam as características desejadas para tal finalidade. A utilização dos mesmo tem que estar atrelado ao GRAS e serem seguros para o consumo humano.

## Referências Bibliográficas

1. DING, S.; YANG, J. The effects of sugar alcohols on rheological properties, functionalities, and texture in baked products – A review. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 111, p. 670-679, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.009>.
2. CAPPELLI, A.; LUPORI, L.; CINI, E. Baking technology: a systematic review of machines and plants and their effect on final products, including improvement strategies. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 115, p. 275-284, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.048>.
3. ASLANKOOHI, E. *et al.* Non-Conventional Yeast Strains Increase the Aroma Complexity of Bread. **Plos One**, [S.L.], v. 11, n. 10, p. 0-0, 24 out. 2016. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0165126>.
4. ZHOU, N.; SEMUMU, T.; GAMERO, A. Non-Conventional Yeasts as Alternatives in Modern Baking for Improved Performance and Aroma Enhancement. **Fermentation**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 102, 27 jun. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/fermentation7030102>.
5. PARAPOULI, M. *et al.* *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. **Aims Microbiology**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1-32, 2020. American Institute of Mathematical Sciences (AIMS). <http://dx.doi.org/10.3934/microbiol.2020001>.
6. STEENSELS, J.; VERSTREPEN, K. J. Taming Wild Yeast: Potential of Conventional and Nonconventional Yeasts in Industrial Fermentations. **Annual Review Of Microbiology**, [s. l.], v. 68, p. 61-80, abr. 2014.
7. CARVALHO, I. T. **Microbiologia básica**. Recife: EDUFRPE, 2010.



8. BROOKS, G. F. *et al.* **Microbiologia Médica**. 26. ed Nova Iorque: McGraw Hill, 2014.
9. SILVA, C. J. A.; MALTA, D. J. N. **A Importância dos Fungos na Biotecnologia**. *Caderno De Graduação - Ciências Biológicas E Da Saúde - UNIT - PERNAMBUCO*, 2(3), 49. 2017.
10. SILVA, K. V. **Potencial de Aplicação de Leveduras Selvagens em Processos de Panificação**. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Campus Universitário de Palmas, Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins, 2020.
11. RODRIGUES, K. C. S. *et al.* Modeling and simulation of continuous extractive fermentation with CO<sub>2</sub> stripping for bioethanol production. **Chemical Engineering Research and Design**, 132, 77-88. 2018.
12. CONDESSA, B. M. B. **Potencial de Leveduras *Saccharomyces* e não-*Saccharomyces* Autóctones do Cerrado como Culturas Iniciadoras em Processos de Panificação**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins, 2019.
13. CHAPIESKI, G. A. **Produção de Fermento Natural a Partir de Farinha Refinada e Farinha Integral**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, Paraná, 2021.
14. HEITMANN, M.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. Impact of *Saccharomyces cerevisiae* metabolites produced during fermentation on bread quality parameters: A review. **Food Science and Nutrition**. v. 58, n. 7, p. 1152-1164. 2018.
15. CARBONETTO, B. *et al.* Bakery yeasts, a new model for studies in ecology and evolution. **Yeast**, [S.L.], v. 35, n. 11, p. 591-603, 25 set. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/yea.3350>.
16. GOMES, N. G. *et al.* Desenvolvimento e avaliação sensorial de um produto de panificação do tipo biscoito, hiperproteico utilizando levedura de cerveja como principal ingrediente inovador. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 7352-7369, 2021. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-497>.



17. MENDES, B. R. S. **Controlo de qualidade na indústria de panificação e estudos de integração de novos formatos**. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Alimentar, Católica Escola Superior de Biotecnologia, Porto, Portugal, 2018.
18. ÇAKAR, Z. P. *et al.* Evolutionary engineering of *Saccharomyces cerevisiae* for improved industrially important properties. **Fems Yeast Research**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 171-182, 23 dez. 2011. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1567-1364.2011.00775.x>.
19. MARQUÉS, C. J. B.; ALBIÑANA, M. L. L.; LACUEVA, C. P. La masa madre: El secreto del pan. **Alimentaria**. v. 380, p. 51-62. 2007.
20. BIRCH, A. N.; PETERSEN, M. A.; HANSEN, A. S. Aroma of wheat bread crumb. **Cereal Chemistry**. v. 91, n. 2, p.105-114. 2014.
21. GOMES, M. B. *et al.* O risco das aminas biogênicas nos alimentos. **Ciência e saúde coletiva**. v. 19, n. 4, p. 1123-1134. 2014.
22. DE VUYST, L.; NEYSENS, P. The sourdough microflora: Biodiversity and metabolic interactions. **Trends Food Sci. Technol.** v.16, p. 43–56. 2005.
23. EDEMA, M.O.; SANNI, A. I. Micro-population of fermenting maize meal for sour maize bread production in Nigeria. **Nigerian Journal Microbiology**, v.20, p. 937-946, 2006.
24. CORSETTI, A. *et al.* Phenotypic and molecular identification and clustering of lactic acid bacteria and yeasts from wheat (species *Triticum durum* and *Triticum aestivum*) sourdough of southern Italy. **International Journal of Food Microbiology**, v. 64, p. 95-104, 2001.
25. PLESSAS, S. *et al.* Application of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *L. helveticus* for sourdough bread making. **Food Chemistry**, v. 106, p. 985-990, 2008.
26. ROSENQUIST, H.; HANSEN, A. The microbial stability of two bakery sourdoughs made from conventionally and organically grown rye. **Food microbiology**, v. 17, p. 241-250, 2000.





## Revisão sistemática sobre coagulantes naturais utilizados no tratamento de efluente de indústrias de alimentos

Elga Helena Alves<sup>1</sup>; João Vinícios Wirbitzki da Silveira<sup>2</sup>;  
Sandra Matias Damasceno<sup>2</sup>; Tarcila Mantovan Atolini<sup>2</sup>.

**Resumo:** Os coagulantes e floculantes naturais usados no tratamento de efluentes industriais podem reduzir parâmetros de controle e o custo do processo. Nesta revisão sistemática são apresentados o uso de coagulantes e floculantes naturais utilizados no tratamento de efluentes de algumas indústrias de alimentos. O estudo foi realizado a partir da plataforma de pesquisa *Science Direct*, entre os anos de 2010 e 2021, obtendo 9 artigos selecionados como resultado. Os efluentes abordados nesta pesquisa estão relacionados com indústrias de produção de laticínios, extração de fécula de batata e extração de óleo de palma. Avaliou-se o tratamento desses efluentes com feno-grego, quiabo, babosa, moringa, quitosana, grão-de-bico, mata-pasto, mutamba, maracujá, quitosana e o ácido poliglutâmico. Os trabalhos estudados apresentaram resultados de remoção de sólidos suspensos em quase 99% empregando-se a quitosana, por exemplo. No entanto, são sugeridas melhorias na extração dos ativos que agem para o tratamento do efluente ou modificação desses compostos.

**Palavras-chave:** Laticínio. Óleo de palma. Fécula de batata.

### Introdução

Os coagulantes naturais utilizados no tratamento de efluentes são, normalmente, extraídos de plantas, frutos, vegetais, carcaças de animais e minerais naturais, entre outros. Esses coagulantes geram um lodo mais compacto e biodegradável, diferente dos coagulantes inorgânicos como o sulfato de alumínio e o cloreto férrico, que geram lodos tóxicos. Esses resíduos possuem variações na composição e, assim, é necessário o estudo e

---

1 Discente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

2 Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

E-mail para a correspondência: elga.helena@ufvjm.edu.br<sup>1</sup>;





desenvolvimento de materiais e processos para o tratamento e descarte adequado de cada água residual.

Assim, o objetivo global é a revisão sistemática de estudos a respeito de coagulantes naturais usados no tratamento de efluentes de indústrias de alimentos. Como objetivos específicos são destacados os coagulantes naturais já estudados e seus resultados no tratamento de efluentes, auxiliando a pesquisa e desenvolvimento nessa área.

## **Metodologia**

Esse trabalho é uma revisão sobre o uso de coagulantes naturais nos efluentes de indústrias alimentares, realizada através da plataforma de pesquisa *ScienceDirect* (1). Na aba de pesquisa avançada da plataforma, no campo Título, foram utilizados os termos em inglês: *natural AND (flocculant OR coagulant)*. Foi utilizado um filtro na pesquisa para o período entre 2010 e 2021 e foram descartados os que não tinham aplicações na área de alimentos.

## **Resultados e Discussão**

A busca retornou 9 trabalhos relacionados à indústria de alimentos. Os trabalhos selecionados foram analisados integralmente. Os trabalhos selecionados foram organizados no Quadro 1, agrupados de acordo com o setor industrial da aplicação: extração de óleo de palma, laticínios e processamento de fécula de batata.

Cada floculante e coagulante possui forma única de extração, aplicação e mecanismos de ação, que serão discutidos a seguir, de acordo com as indústrias alimentícias estudadas nos trabalhos selecionados. Ressalta-se aqui a baixa variedade de áreas em que os estudos que tratam floculantes naturais foram encontrados.

Entretanto, observou-se uma grande variedade nos itens avaliados por cada trabalho, com a remoção de sólidos, turbidez, pH, demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), entre outros.

Quadro 1 – Trabalhos seleccionados sobre coagulantes e floculantes naturais empregados no tratamento de efluentes de indústrias de alimentos

<b>Efluente tratado</b>	<b>Coagulantes e/ou floculantes naturais</b>
Água residual da extração de óleo de palma	Feno-grego ( <i>Trigonella foenum-graceum</i> ), quiabo ( <i>Abelmoschus esculentus</i> ) e babosa ( <i>Aloe vera</i> ) (2)
	Feno-grego ( <i>Trigonella foenum-graceum</i> ), quiabo ( <i>Abelmoschus esculentus</i> ) (3)
	Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> ) e quitosana (4)
	Grão-de-bico ( <i>Cicer arietinum</i> ) (5)
	Mata-pasto ( <i>Cassia obtusifolia</i> ) (6)
Água residual de laticínio	Mutamba ( <i>Guazuma ulmifolia</i> ) (7)
	Quiabo ( <i>Abelmoschus esculentus</i> ) e maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> ) (8)
	Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> ) (9)
Água residual do processamento de fécula de batata	Quitosana e ácido poliglutâmico (10)

Fonte: Dos autores, 2021.

### **Tratamento de água residual da extração de óleo de palma**

Os autores (2) estudaram a utilização do feno-grego (*Trigonella foenum-graceum*) como coagulante, em conjunto com a mucilagem de quiabo (*Abelmoschus esculentus*) e babosa (*Aloe vera*) como floculantes, para tratamento do efluente de indústrias de extração de óleo de palma. O feno-grego é utilizado na culinária e seu uso como coagulante é considerado eficiente no tratamento de efluentes. O feno-grego foi utilizado com a



mucilagem de quiabo e com o extrato de babosa, em pH 4,0 e dosagens de 22,24 g.L<sup>-1</sup> de feno grego adicionados de 16,77 mL.L<sup>-1</sup> de quiabo e 24,13 g.L<sup>-1</sup> de feno-grego adicionado a 20 mL.L<sup>-1</sup> de babosa. Com esses parâmetros, utilizando o feno-grego e o quiabo, conseguiram remover a 78,35% e 88,19% de turbidez e os sólidos suspensos totais, respectivamente. Utilizando o feno-grego e o quiabo foram removidos 83,40% de sólidos suspensos totais e 82,78% de turbidez. No entanto a remoção da demanda bioquímica de oxigênio deve ser melhor desenvolvida, pois removeu apenas 30,56% quando utilizado o feno-grego adicionado do quiabo e 32,95% quando utilizada a babosa. O fato dos coagulantes serem de fontes naturais é um fator a ser considerado para possível aumento da carga da demanda química de oxigênio.

De acordo com (3) o lodo da extração de óleo de palma pode ser convertido em energia. Essa conclusão se deu após um teste de digestão termofílica anaeróbia. Essa energia pode ser utilizada, por exemplo, para aquecer água utilizada em caldeiras. Durante a pesquisa, o autor utilizou o feno-grego como coagulante em conjunto com o quiabo como floculante. De acordo com os autores, o pH ideal foi definido em 3,17, para aplicação do coagulante e floculante em efluentes de extração de óleo de palma. Não houve a redução da demanda química de oxigênio com a utilização do feno-grego associado ao quiabo. O percentual de DQO foi de 63,11%. Isso acontece devido ao fato do feno-grego ser composto de óleo. Para estudos futuros o óleo deverá ser retirado no processo de extração do coagulante. Para os parâmetros sólidos suspensos totais e turbidez houve a redução de 92,7% e 94,97%, respectivamente, utilizando o feno-grego e o quiabo.

Os autores (4) determinaram parâmetros ótimos de utilização dos coagulantes naturais: moringa (*Moringa oleifera*) e quitosana. Foi realizada a comparação entre o coagulante inorgânico e natural: o sulfato de alumínio precisa de uma quantidade de aplicação de 4,0 g/L de efluente que deve ser tratado. Já a quantidade de moringa é de apenas 2,0 g/L, cloreto férrico e zeólita 1,0 g/L de cada e a quitosana apenas 0,4 g/L. A quitosana removeu 98,95%, 68,31%, 98,35% e 96,44% de sólidos suspensos totais, demanda química de oxigênio, turbidez e cor, respectivamente. Já a moringa removeu 95,42%, 51,99%, 88,30% e 90,15% de sólidos suspensos totais, demanda química de oxigênio, turbidez e cor, respectivamente. A zeólita reduz a quantidade de lodo produzido



devido a sua capacidade de adsorver os contaminantes a sua estrutura e a quitosana remove melhor os sólidos suspensos e a turbidez, gerando uma maior quantidade de lodo.

Os autores (5) tratam sobre o uso de grão-de-bico (*Cicer arietinum*). A remoção de sólidos suspensos (87,0%) e turbidez (86,0%) foi considerada ótima, apesar da remoção da demanda química de oxigênio (56,0%) ter sido abaixo do necessário. Isso indica a presença de grupos orgânicos solúveis, que devem ser extraídos do grão de bico e estudados separadamente. A utilização do grão-de-bico é considerado uma ótima fonte de coagulação, pois o lodo gerado é biodegradável e seguro.

Já os autores (6) estudaram o uso da goma de mata-pasto (*Cassia obtusifolia*) como coagulante natural, utilizada em conjunto com o coagulante inorgânico sulfato de alumínio. O uso combinado visa reduzir a quantidade de coagulante inorgânico. Através de modelagem estatística e matemática, o pH inicial, a dosagem de sulfato de alumínio, da goma de semente de mata-pasto e tempo de sedimentação foram definidos.

Quando comparado com a coagulação que utiliza apenas o sulfato de alumínio, observou-se que a combinação com a goma de mata-pasto reduz em 55,3% a quantidade de sulfato de alumínio utilizado. A goma da planta mata-pasto é um polímero de alto peso molecular e se liga à superfície dos flocos formados pelo sal de alumínio. Contudo houve um aumento de 152% da dosagem da goma da mata-pasto, que está associado ao pH da solução ter mantido em seu valor natural. Com isso houve a remoção de 81,58% de sólidos suspensos totais e redução de 48,22% de demanda química de oxigênio. A combinação da goma de mata-pasto com o sulfato de alumínio é recomendada por reduzir a quantidade de sulfato de alumínio. A utilização apenas da goma de mata-pasto necessita de maior tempo de sedimentação, ao passo que quando utilizado o coagulante natural e o alumínio temos o tempo de decantação igual a 35,16 minutos. O lodo gerado no processo não pode ser levado diretamente para fertilização de solos, devido à quantidade significativa de alumínio (6).

### **Água residual da indústria de laticínios**



Os autores (7) estudaram a utilização da mutamba (*Guazuma ulmifolia*), uma planta tropical, para o tratamento de efluentes sintéticos de laticínios. A casca dessa planta é rica em taninos condensados, que já são utilizados no tratamento de água, como é o exemplo do Tanfloc®. Os autores definiram a dosagem ótima de casca de mutamba e o pH ideal para remover a turbidez, demanda química de oxigênio e cor do efluente de laticínios, através de modelagem matemática. As condições ideais foram 775,8 mg de mutamba para cada litro de efluente, em pH 5. Após a coagulação, o efluente foi submetido à flotação e essa ação promoveu o aumento do pH e remoção de CO<sub>2</sub>. A remoção de turbidez, demanda química de oxigênio e cor foi de 95,8%, 76,0% e 85,6%, respectivamente. O mecanismo de atuação da mutamba é basicamente de adsorção e ponte entre as partículas do coloide. O coagulante tem potencial para substituir os coagulantes químicos utilizados atualmente.

Já no estudo sobre os coagulantes de quiabo e maracujá (*Passiflora edulis*) (8) também variaram a dosagem de coagulante e o pH, sendo que os valores otimizados foram definidos estatisticamente. Os coagulantes estudados por eles são resíduos agroindustriais, que serão reaproveitados utilizando tratamentos distintos. Para a preparação, nenhuma substância química foi utilizada, obtendo soluções de baixo custo e simples de serem aplicadas. Neste estudo também foi realizada a flotação por ar dissolvido, após a coagulação, que ajudou na separação sólido – líquido.

Foram utilizadas as sementes de maracujá na dosagem otimizada de 1,3 g/L de efluente, a pH 5. Esses parâmetros garantiram 91,5% de remoção de turbidez e 50,3% da demanda química de oxigênio. Já para o quiabo a dosagem foi de 2,0 g/L de efluente, que removeu 91,1% e 48,3% de turbidez e demanda química de oxigênio, respectivamente. Os lodos gerados são biodegradáveis, podendo ser utilizados como fertilizantes (8).

O estudo (9) comparou a utilização da moringa (*Moringa oleifera*), sozinha e otimizada com nanopartículas de ferro, para tratamento de efluentes de laticínios. O estudo utilizou uma solução de cloreto de cálcio para preparar o coagulante, que, em outra etapa, foi funcionalizado com a nanopartícula. O processo utilizando a moringa funcionalizada com as nanopartículas de ferro precisou de 7 minutos para sedimentar. O coagulante não funcionalizado, levou 60 minutos. O lodo gerado com a nanopartícula é mais compacto e as nanopartículas podem ser regeneradas para serem utilizadas novamente. Os autores





também analisaram a toxicidade da moringa funcionalizada com as nanopartículas, utilizando teste com a semente de alface (*Lactuca sativa*) e concluíram que o tratamento não aumentou a ecotoxicidade do efluente, mesmo quando foi utilizado a nanopartícula. O mecanismo do coagulante a base de moringa é o de neutralização.

### **Água residual do processamento de fécula de batata**

Nos estudos (10) foram testados os parâmetros ótimos de aplicação da quitosana e do ácido poliglutâmico. Concluiu-se que é melhor aplicar 40 mg de quitosana e após três minutos aplicar 40 mg de ácido poliglutâmico por litro de efluente. A aplicação inicial da quitosana fornece uma faixa de pH maior, para garantir uma coagulação mais eficiente.

Quando esses coagulantes foram utilizados em conjunto apresentaram uma melhor eficiência na remoção da demanda química de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total e turbidez, que foram 44,8%, 53,4%, 28,1% e 98,3%, respectivamente, sendo mais eficiente até que o cloreto de polialumínio. A quitosana possui mecanismo de neutralização de cargas e o ácido poliglutâmico adsorve as partículas presentes no efluente. Além disso, o lodo formado tem alto potencial para ser utilizado como fertilizante (10).

### **Conclusão**

Os 9 trabalhos foram agrupados em 3 grupos, a partir da indústria do setor alimentício que ele trata. As indústrias são: processamento do óleo de palma (5 trabalhos), de laticínios (3 trabalhos) e de processamento de fécula de batata (1 trabalho).

Nas indústrias de processamento de óleo de palma foram utilizados o feno-grego em conjunto com a babosa e o quiabo, onde observou-se uma alta remoção de SST (92,7%). No entanto a remoção de DQO foi considerada baixa (30,56%), fato associado à presença de óleos na composição do feno-grego, que deve ser removido para avaliação do parâmetro. Quando utilizados a quitosana, a moringa, o grão de bico e o mata-pasto também observamos a alta remoção de SST e, de forma geral, com uma menor quantidade de coagulante quando comparado com a utilização dos coagulantes inorgânicos. Além disso, os pHs de aplicação são os mesmos do efluente bruto.



Os coagulantes utilizados no tratamento de efluentes das indústrias de laticínio foram a mutamba, o quiabo o maracujá e a moringa. A mutamba remove 95,8% da turbidez e 76,0% de DQO. O quiabo e o maracujá removeram 48,3% e 50,3% de DQO; essas baixas taxas de remoção são associadas a carbono orgânico e à presença de óleos nas frutas. A moringa foi funcionalizada com nanopartículas de ferro, que proporcionou a remoção de 88,0% de turbidez e redução do tempo de sedimentação de 60 para 7 minutos, quando comparada com a utilização apenas da moringa. Segundo os autores, as nanopartículas criam um campo elétrico que auxiliam na remoção dos contaminantes e na compactação do lodo gerado. Essas partículas são regeneradas e não adicionam toxicidade ao tratamento.

No tratamento de efluentes de indústrias de processamento de fécula de batata foram utilizados a quitosana em conjunto com o ácido poliglutâmico, que removeram 98,3% de turbidez. Quando utilizados individualmente, a quitosana removeu 90,1% de turbidez e o ácido poliglutâmico 91,8%. O lodo gerado no processo, composto por 95,0% de matéria orgânica, pode ser utilizado como fertilizante.

Assim, a partir dos trabalhos estudados podemos concluir que os coagulantes e floculantes naturais possuem grande potencial no âmbito de tratamento de efluentes industriais do ramo de alimentos, com a redução dos parâmetros de controle. Além disso, é possível a utilização do lodo como fertilizante e como fonte de bioenergia.

### Referências Bibliográficas

1. SCIENCE DIRECT. **Journals & Books**. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/> > Acesso em: 29 ago. 2021.
2. LIM, K. S.; SETHU, V.; SELVARAJOO, A. Natural plant materials as coagulant and flocculants for the treatment of palm oil mill effluent. **Materials Today: Proceedings**, v. 48, p. 871-887, 2021.



3. LANAN, F. A. B. M. *et al.* Utilisation of natural plant-based fenugreek (*Trigonella foenumgraecum*) coagulant and okra (*Abelmoschus esculentus*) flocculant for palm oil mill effluent (POME) treatment. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.9, 2021.
  
4. JAGABA, A.H. *et al.* Sustainable use of natural and chemical coagulants for contaminants removal from palm oil mill effluent: A comparative analysis. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 11, n. 4, p. 951-960, 2020.
  
5. LEK, B. L. C. *et al.* Treatment of palm oil mill effluent (POME) using chickpea (*Cicer arietinum*) as a natural coagulant and flocculant: Evaluation, process optimization and characterization of chickpea powder. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 6, n. 5, p. 6243-6255, out. 2018.
  
6. SHAK, K. P. Y.; WU, T. Y. Optimized use of alum together with unmodified *Cassia obtusifolia* seed gum as a coagulant aid in treatment of palm oil mill effluent under natural pH of wastewater. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 1169-1178, dez. 2015.
  
7. MUNIZ, G. L.; SILVA, T. C. F.; BORGES, A.C. Assessment and optimization of the use of a novel natural coagulant (*Guazuma ulmifolia*) for dairy wastewater treatment. **Science of The Total Environment**, v. 744. 2020a.
  
8. MUNIZ, G. L.; SILVA, T. C. F.; BORGES, A.C. Performance of natural coagulants obtained from agro-industrial wastes in dairy wastewater treatment using dissolved air flotation. **Journal of Water Process Engineering**, v. 37, 2020b.
  
9. TRIQUES, C. C. *et al.* Influence evaluation of the functionalization of magnetic nanoparticles with a natural extract coagulant in the primary treatment of a dairy cleaning-in-place wastewater. **Journal of Cleaner Production**, v. 243, jan. 2020.



10. LI, M. *et al.* Treatment of potato starch wastewater by dual natural flocculants of chitosan and poly-glutamic acid. **Journal of Cleaner Production**, v. 264, 2020.

11. BHATIA, S.; OTHMAN, Z.; AHMAD, A.L.; Pretreatment of palm oil mill effluent (POME) using *Moringa oleifera* seeds as natural coagulant. **Journal of Hazardous Materials**, v. 145, n. 1-2, p. 120-126, jun. 2007.



## A gelificação iônica como método na tecnologia de encapsulamento

Maria Cecília Mendes Cardoso<sup>1</sup>; Hugo José Martins Carvalho<sup>2</sup>; Joyce Maria Gomes da Costa<sup>3</sup>

**Resumo:** O objetivo desta revisão é apresentar a gelificação iônica como método de encapsulamento, os princípios da técnica, caracterização e aplicação nas matrizes alimentícias, além de destacar sobre os biopolímeros comumente utilizados nas técnicas de encapsulamento. O encapsulamento vem avançando nos últimos anos e representa alternativas promissoras que tem o intuito de aumentar a estabilidade dos agentes ativos e estimular o desenvolvimento de novos alimentos. A tecnologia baseia-se no revestimento de um composto bioativo através do condicionamento em um invólucro produzido por polímeros, com objetivo de proteger os compostos sensíveis ao calor, luz ou oxidação; mascarar atributos sensoriais como cor, sabor e odor das substâncias ativas, bem como permitir a criação de produtos com alto valor agregado, formando micro ou nanopartículas. Diversas pesquisas mostraram que, entre os métodos de encapsulamento, a gelificação iônica apresenta-se em destaque e é aplicada como uma alternativa viável para sistemas alimentares. O método apresenta baixo custo, produz micropartículas através do aprisionamento de uma substância de interesse por uma membrana geleificante, como um hidrocolóide, que é formado a partir de uma solução iônica. As partículas podem variar quanto ao tamanho e formato a depender dos materiais e metodologia utilizados no preparo. A compatibilidade do núcleo com o revestimento, o mecanismo de controle e fatores econômicos, são propriedades relevantes na escolha do envoltório do processo de encapsulamento. Foi observado que a utilização do biopolímero como o alginato no sistema de revestimento apresenta resultados satisfatórios e largamente aplicado em muitas áreas, como a farmacêutica, química, biotecnologia e alimentos devido, principalmente, à sua não toxicidade, biocompatibilidade, biodegradabilidade e alta capacidade de gelificação.

**Palavras-chave:** Alimentos. Micropartículas. Nanotecnologia. Polissacarídeos.

### Introdução

A micro e nanotecnologia estão relacionadas com a fabricação, processamento e aplicações de materiais avançados com dimensões, respectivamente, em micro e nanoescala. A redução das dimensões dos materiais em escala micro e nanométricas aumenta a relação superfície-volume e resulta em alterações muitas vezes favoráveis

---

<sup>1</sup>\*Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>3</sup>Docente do curso de Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós - Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

E-mail para a correspondência: cecilia.mendes@ufvjm.edu.br





quanto às propriedades físicas, químicas, inclusive na biodisponibilidade de compostos bioativos (1).

Assim, uma das aplicações da micro e nanotecnologia tem sido a encapsulação de ingredientes ativos, tais como, nutrientes, bioativos, conservantes, probióticos, enzimas, entre outros, por meio de um material de parede (polissacarídeos, proteínas, lipídeos), com o objetivo de melhorar o desempenho funcional, manuseio, estabilidade, dispersibilidade ou bioatividade de diversos compostos, através das formulações de micro ou nanopartículas (1).

A técnica de encapsulamento além de proteger o agente ativo frente às condições de deterioração, pode transformar o material de interesse em pó de acordo com o método empregado, mascarar aromas, melhorar as interações com superfícies ou matrizes de estudo, aumentar a bioacessibilidade e biodisponibilidade, dentre outras formas as quais os produtos encapsulados são investigados e aplicados (2).

Os métodos de encapsulamento são diversos e a classificação físico-química pode ser empregada para processos como a gelificação iônica, coacervação e lipossomas; os métodos químicos inclui a polimerização interfacial e a complexação de inclusão molecular, e os métodos físicos destaca-se a secagem por atomização, liofilização e precipitação com fluido supercrítico (3).

A técnica de encapsulamento por gelificação iônica é considerada como um método genericamente simples, emergente e de baixo custo. A formação do material particulado é desenvolvida a partir de uma emulsão, aprisionando uma substância de interesse dentro de uma membrana de gel, um hidrocólóide que é formado a partir de uma solução iônica (2). As microcápsulas podem apresentar diferentes tamanhos e formatos, dependendo dos materiais e métodos utilizados em sua preparação (4).

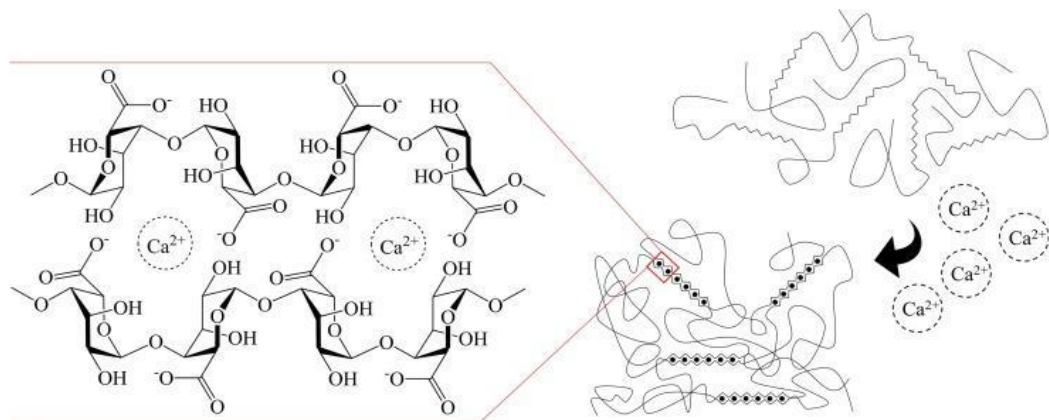
Neste estudo será abordado uma breve revisão sobre o método de encapsulamento por gelificação iônica, seus conceitos e aplicações as quais apresentam aplicações como tecnologia promissora.

### **Gelificação Iônica**

O processo de gelificação iônica ou, também denominado como gelificação ionotrópica, desenvolve-se com uma solução polimérica aquosa com íons de baixa massa molecular que interagem em polieletrólitos de cargas opostas, reagindo e formando um gel insolúvel. A interação de íons, como  $Ca^{+2}$ , com os grupos carboxilas das cadeias

poliméricas de polissacarídeos resulta na formação de géis insolúveis. A Figura 1 representa o modelo caixa de ovos que explica a estrutura das zonas de junção em hidrogéis de alginato de cálcio (5).

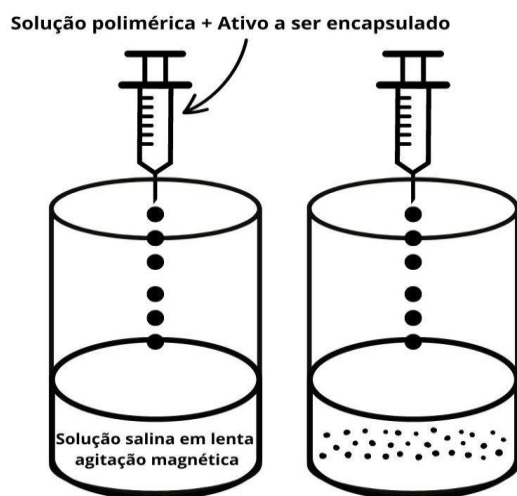
Figura 1 - Modelo Caixa de Ovo - Gelificação do alginato.



Fonte: (5), 2020.

Genericamente, o método ocorre por uma solução polimérica ou hidrocolóide que é gotejado em uma solução iônica sob agitação constante para evitar a agregação de grânulos. A substância ativa a ser encapsulada é dissolvida na solução polimérica e as gotas que atingem a solução iônica formam imediatamente estruturas de gel que possuem o ativo disperso em toda a matriz de polissacarídeos, como pode ser observado na Figura 2 (6).

Figura 2 - Formação de microcápsulas através da gelificação iônica.



Fonte: Adaptado (7), 2020.

Pela ligação iônica dos polieletrólitos, as estruturas de gel hidrocolóides são desenvolvidas para o encapsulamento de agentes bioativos ou controle de textura em alimentos, produtos farmacêuticos, probióticos, cosméticos, entre outros. O encapsulamento consiste em aprisionar uma substância ativa e liberá-la por meio de mudanças de fase de gel que acontecem em resposta a estímulos externos como, por exemplo, atrito mecânico, forças osmóticas, mudanças de pH e enzimas (6).

A encapsulação pela técnica de gelificação pode ser feita externamente ou internamente. Uma fonte de  $Ca^{+2}$  é usada em ambos os casos. Na gelificação externa, o íon reticulante se difunde de uma fonte externa para a solução de polímero em pH neutro (8). Contrariamente, na gelificação interna, um sal de cálcio insolúvel já está presente no interior das gotículas antes que ocorra a gelificação, e o  $Ca^{+2}$  é liberado pela acidificação do meio (9).

As partículas resultantes da gelificação iônica podem ser preparadas por processos de atomização, extrusão ou deposição eletrostática (6). O método de encapsulamento mais utilizado é a gelificação externa na qual a formação de grânulos contendo a solução do polímero e o componente a ser encapsulado é realizado por meio de um dispositivo extrusor a gotejar em um banho de solução de  $CaCl_2$  que estimula a gelificação (9).

Para o encapsulamento de ativos hidrofóbicos a gelificação externa é aplicada, enquanto a interna é empregada em compostos hidrofílicos e envolve o desenvolvimento

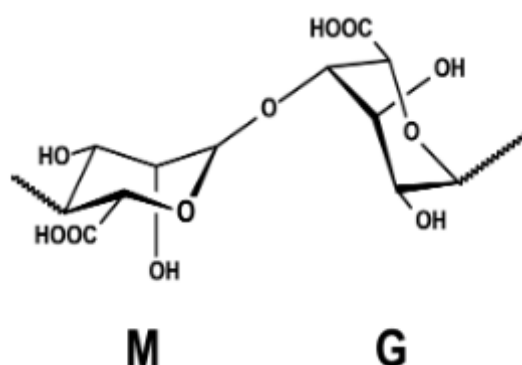
de uma emulsão. Ativos hidrofílicos são mais difíceis para encapsular que os hidrofóbicos, visto que os hidrocolóides são miscíveis com os núcleos hidrofílicos, não obtendo facilidade na separação de fases entre o núcleo e a matriz (6).

No setor alimentício, o hidrocolóide mais utilizado para revestimentos é o alginato. Este material apresenta grande capacidade de formação de hidrogéis, é um polieletrólito natural e caracterizado pela biocompatibilidade e apresenta propriedades não tóxicas, gelificantes superiores em condições seguras e suaves. A goma gelana, quitosana, ágar, pectina, gelatina, também são polímeros utilizados nos sistemas de gelificação (10).

### Alginato

Dentre os polímeros mais utilizados para o encapsulamento de alimentos, o alginato tem ganhado destaque por seu baixo custo, facilidade de uso, biodegradabilidade, propriedades gelificantes e não toxicidade. Além disso, é caracterizado por apresentar efeito prebiótico, benefícios como ingestão diária de fibras para a redução dos níveis de colesterol na glicemia e alta capacidade de prolongar a vida útil do produto (9). Os alginatos são polissacarídeos de algas que consistem em uma cadeia linear de (1-4) resíduos ligados de ácido  $\beta$ -D-manurônico (M) e ácido  $\alpha$ -L-gulurônico (G), distribuídas aleatoriamente em sua estrutura, apresentada na Figura 3 (2).

Figura 3 - Estrutura química do Alginato.



Fonte: (11), 2017.

A capacidade de formação de gel dos alginatos expandiu seus usos e perspectivas de pesquisa em biomedicina, na indústria de alimentos, tratamento de esgoto e como material adsorvente para remoção de metais pesados de água contaminada (5). Entretanto, as microcápsulas formadas com esse polímero são porosas e sensíveis a valores extremos de



pH, o que pode afetar a liberação e proteção dos agentes ativos encapsulados. Diante disso, uma alternativa é a formação de multicamadas de outros polímeros encapsulantes ou a incorporação de aditivos como amido resistente (12).

A produção de alimentos estruturados e funcionais a partir de compostos ativos, como antioxidantes, vitaminas, aminoácidos, minerais, enzimas e microrganismos probióticos benéficos para a saúde, bem como a sua retenção no alimento durante o processamento e armazenamento é considerada como uma tendência tecnológica. Sendo assim, o alginato apresenta benefícios associados à técnica de encapsulação por gelificação iônica, resultando em um produto final com características atrativas para a indústria (2).

### **Aplicações em matriz alimentícia**

Com a utilização de materiais encapsulados na matriz alimentícia, podemos obter o enriquecimento funcional do produto. Um sistema eficiente de encapsulamento garante um mínimo impacto nas propriedades sensoriais do alimento, proteção aos compostos encapsulados devido a degradação da luz, temperatura ou pH, maximiza a absorção das substâncias após o consumo, além de fornecer um rápido dimensionamento para a produção industrial (13).

A Tabela 1 apresenta alguns dos principais trabalhos relacionados ao encapsulamento de compostos bioativos aplicados nos alimentos pelo método de gelificação iônica.

Tabela 1 – Aplicação da gelificação iônica de compostos bioativos em matrizes alimentícias.





Agente Ativo/ Alimento	Aplicação	Referências
Extrato de Hibisco	Enriquecer produtos alimentícios com antioxidantes naturais	(14)
Quercetina/ Uísque	Alimentos funcionais e Suplementos dietéticos	(15)
Óleo de palma e $\beta$ caroteno/ Iogurte, pães	Fortificação em pães e iogurtes	(16)
Polifenóis de Cacau	Incorporar aos sistemas alimentares, para torná-los funcionais	(9)
Extrato de Erva mate	Potencializar o uso de antioxidantes naturais em matrizes alimentares	(17)
Óleo essencial de canela – tomilho - gengibre	Propriedades antibacterianas e antifúngicas	(18)
Vitamina $B_2$	Aplicação na indústria alimentícia	(19)
Extrato de Maracujá/ Água mineral	Água mineral gaseificada	(20)

Fonte: Dos autores, 2022.

De forma geral, a aplicação dos encapsulados em alimentos sólidos ou viscosos é favorecida, visto que permitem uma fácil dispersão no produto, como pode ser observado em alguns estudos realizados em iogurtes (2). Porém, algumas pesquisas, relataram boa dispersão de partículas em produtos de maior fluidez, demonstrando a importância de mais estudos do uso de materiais particulados em uma variedade maior de alimentos, analisando o comportamento das partículas em sua matriz e visualizando novos desafios a serem identificados (21).



## Conclusão

Os métodos de microencapsulação têm se destacado amplamente nos últimos tempos, devido a suas vantagens potenciais para a utilização de compostos na indústria de alimentos, por melhorar sua dispersibilidade em água, compatibilidade com matriz alimentar, estabilidade química, volatilidade, bioatividade, entre outros.

A técnica de gelificação iônica tanto por gotejamento, extrusão ou por sistemas de atomização tem gerado micropartículas que preservam os compostos bioativos, sem degradá-los, mostrando-se viável para estabilização de compostos.

Portanto, a utilização de polímeros como o alginato, para a encapsulação de compostos bioativos, apresenta resultados viáveis quanto a retenção do composto, visto que, melhora a propriedade de barreira das microesferas e aumenta a sua estabilidade. Assim, a utilização das microesferas em matrizes alimentícias apresenta potencial aplicação no setor alimentício e demonstram boa compatibilidade, estabilidade e eficiência aos produtos.

## Referências Bibliográficas

1. WEISANY, W. *et al.* Targeted delivery and controlled released of essential oils using nanoencapsulation: A review. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 303, 2022.
2. BARROSO, T. L. C. T. *et al.* Tecnologia de encapsulamento na área de alimentos: Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e6210716240, 2021.
3. OZKAN, G. *et al.* A Review of Microencapsulation Methods for Food Antioxidants: Principles, Advantages, Drawbacks and Applications. **Food chemistry**, v. 272, p. 494-506, 2019.
4. FERREIRA, L. P. C. **Microencapsulação de extrato de beterraba pelo processo de gelificação iônica**. 2018. 60 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição) - Universidade Federal de Sergipe, 2018.
5. FERNANDO, I. P. S. *et al.* Alginate based nanomaterials: Fabrication techniques, properties, and applications. **Chemical Engineering Journal**, v. 391, 2020.
6. KUROZAWA, L. E.; HUBINGER, M. D. Hydrophilic food compounds encapsulation by ionic gelation. **Current Opinion in Food Science**, v. 15, 2017.



7. MAESTRI, G. Encapsulação de Fármaco Coagulante via Gelificação Iônica. In: **Congresso Científico Têxtil e Moda**, São Paulo, 2017.
8. DAVARCI, F. *et al.* A influência da viscosidade da solução e da tensão superficial na formação de microesferas de alginato de cálcio usando a técnica de gotejamento. **Food Hydrocolloids**, v. 62, 2017.
9. LUPO, B. *et al.* Preparation of alginate microspheres by emulsification/internal gelation to encapsulate cocoa polyphenols. **Food Hydrocolloids**, v. 38, 2014.
10. LEONG, J. *et al.* Advances in fabricating spherical alginate hydrogels with controlled particle designs by ionotropic gelation as encapsulation systems. **Particuology**, v. 24, 2016.
11. FACCHI, D. P. *et al.* Polysaccharide-based materials associated with or coordinated to gold nanoparticles: Synthesis and medical application. **Current Medicinal Chemistry**, v. 24, p. 2701 - 2735, 2017.
12. IZNAGA, B. T. *et al.* Influence of multilayer microencapsulation on the viability of *Lactobacillus casei* using a combined double emulsion and ionic gelation. **Food and Bioproducts Processing**, v. 124, 2020.
13. FILHO, L. C. *et al.* Advances in the application of microcapsules as carriers of functional compounds for food products. **Applied Sciences**, v.9, 2019.
14. MOURA, S. C. *et al.* Encapsulating anthocyanins from *Hibiscus sabdariffa* L. calyces by ionic gelation: Pigment stability during storage of microparticles. **Food Chemistry**, v. 241, 2018.
15. YAN, L. *et al.* Formulation and characterization of chitosan hydrochloride and carboxymethyl chitosan encapsulated quercetin nanoparticles for controlled applications in foods system and simulated gastrointestinal condition. **Food Hydrocolloids**, v. 84, 2018.
16. RUTZ, J. K. *et al.* Elaboration of microparticles of carotenoids from natural and synthetic sources for applications in food. **Food Chemistry**, v. 202, 2016.
17. CÓRDOBA, A. L. *et al.* Release of yerba mate antioxidants from corn starch alginate capsules as affected by structure. **Carbohydrate Polymers**, v. 99, 2014.



18. HU, J. *et al.* Preparation and properties of cinnamon-thyme-ginger composite essential oil nanocapsules. **Industrial Crops and Products**, v. 122, 2018.
19. AZEVEDO, M. A. *et al.* Alginate/chitosan nanoparticles for encapsulation and controlled release of vitamin B2. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 71, 2014.
20. CAROLINE, A. *et al.* Estudo Microbiológico e Microscópico De Água Mineral Bioativada Com Microcápsulas De Maracujá (*Passiflora edulis*). v. 3, 2016.
21. OLIVEIRA, W. Q. *et al.* **Encapsulação de óleo de café verde rico em cafestol e caveol por coacervação complexa e aplicação em suco de tamarindo (*Tamarindus indica L.*)**. 2019. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.



## ***Aeromonas hydrophila*: patógeno emergente associado a doenças veiculadas por alimentos**

**Elisa Helena Paz Andrade<sup>1\*</sup>; Cosme Damião Barbosa<sup>1</sup>; Isabella Maciel Costa<sup>1</sup>; Lucas da Silva Mendes<sup>2</sup>; Lucas Rodrigues da Silva<sup>2</sup>; Débora Brito Goulart<sup>3</sup>**

**Resumo:** *Aeromonas* é um gênero de bactérias Gram-negativo encontradas naturalmente em ambientes aquáticos, de água doce ou salgada. Nesse gênero estão presentes espécies de interesse sanitário devido à sua patogenicidade e ocorrência em alimentos e dentre essas cita-se *Aeromonas hydrophila*. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre *A. hydrophila* abordando suas características, fatores de virulência, presença em produtos de origem animal, envolvimento em doenças veiculadas por alimentos e medidas de controle. Para a realização deste estudo foram pesquisados artigos de âmbito nacional e internacional, utilizando-se bases de dados como PubMed, Periódicos CAPES e Scielo. Segundo o acervo consultado, *A. hydrophila* tem sido reconhecida como um patógeno emergente causador de doença em humanos imunocompetentes e imunocomprometidos, sendo associada principalmente ao consumo de água e produtos de origem animal, tais como peixes e frutos do mar, leite e derivados e produtos cárneos. A patogenicidade de *A. hydrophila* é mediada por múltiplos fatores de virulência, entre os quais a resistência múltipla a antimicrobianos e a capacidade de formar biofilmes têm sido observadas, o que requer atenção por parte da Saúde Pública e da indústria de alimentos. As manifestações clínicas em humanos podem variar de gastroenterite e doenças de pele a meningite, peritonite, septicemia, uremia e síndrome hemolítico-urêmica. *A. hydrophila* é sensível ao aquecimento, meios muito ácidos e alcalinos, altos teores de cloreto de sódio, radiação, nitrito e cloro e a combinação desses fatores pode auxiliar no controle deste patógeno. Tendo em vista o que foi exposto, percebe-se que *A. hydrophila* é um potencial causador de doença no homem, podendo estar presente no ambiente e em animais, o que requer uma abordagem com ênfase em Saúde Única para mitigar o risco de sua transmissão.

**Palavras-chave:** Água. Produtos de origem animal. Resistência a antimicrobianos. Saúde Única.

### **Introdução**

O gênero *Aeromonas* é composto por bactérias Gram-negativo que normalmente são encontradas em ambientes de água doce, estuarinos e de água salgada. As espécies deste

---

<sup>1</sup>Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>2</sup>Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>3</sup>Médica-veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

E-mail para a correspondência: elisahpandrade@yahoo.com.br





gênero são foco de atenção devido a sua patogenicidade para diversos hospedeiros. O homem também pode ser acometido. Nesse caso, a transmissão ocorre principalmente pelo consumo de água e alimentos, e a infecção desencadeia principalmente gastroenterite, doenças de pele, septicemia, meningite, peritonite e síndrome hemolítico-urêmica (1, 2, 3).

Ovelhas, bovinos e cavalos saudáveis podem albergar *Aeromonas* spp., tendo em vista que esse microrganismo foi identificado no conteúdo gastrointestinal desses animais em frequências que variaram de 5% a 10% (4). Outros animais podem ainda manifestar doenças, como é o caso da doença da perna vermelha em rãs, estomatite e septicemia em cobras e infecções em peixes de água doce (5).

Os tratamentos térmicos comumente empregados para a conservação adequada dos alimentos, como a pasteurização e o cozimento, eliminam espécies patogênicas do gênero *Aeromonas*, como *A. hydrophila* (6, 7). Além disso, as Boas Práticas de Fabricação (BPF) devem ser empregadas para o controle desse micro-organismo na indústria de alimentos.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre *A. hydrophila*, abordando suas características, fatores de virulência, presença em produtos de origem animal, envolvimento em doenças veiculadas por alimentos e medidas de controle para mitigação do risco de transmissão desse micro-organismo. Para a realização deste estudo foram pesquisados e avaliados artigos de âmbito nacional e internacional, utilizando-se bases de dados como PubMed, Periódicos CAPES e Scielo.

### **Taxonomia e características gerais**

O gênero *Aeromonas* pertence ao domínio Archaea, filo *Proteobacteria*, classe *Gammaproteobacteria*, ordem *Aeromonadales* e família *Aeromonadaceae* como descrito no Manual Bergey's de Bacteriologia Sistemática (8). As espécies de *Aeromonas* possuem características dinâmicas e são difíceis de classificar em grupos taxonômicos definidos (5). Em geral, as aeromonas podem ser divididas em espécies móveis e não móveis (5, 9). Várias espécies de *Aeromonas* móveis (*A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. dhakensis* e *A. veronii* biovar sobria) são conhecidas como patógenos de animais aquáticos, com potencial zoonótico (5, 9). O outro grupo é composto por espécies não móveis, representadas por *Aeromonas salmonicida*, causadoras de doenças em peixes (10). As características que distinguem o grupo *A. hydrophila* (aeromonas móveis) do *A. salmonicida* são, além da motilidade, a falta



de pigmentação, crescimento em caldo nutriente a 37°C, morfologia das colônias e flagelação monotríquea em meio líquido. *A. salmonicida* não cresce a 37 °C (5, 11).

*A. hydrophila* é mesofílica, tendo crescimento ótimo a 35-37 °C, podendo crescer até 45 °C, e é psicrotrófica, sendo capaz de crescer a 5 °C ou em temperaturas abaixo desse valor, podendo também crescer na faixa de 22-25 °C (7, 12, 13, 14, 15).

*Aeromonas* spp. são oxidase-positivo, anaeróbias facultativas, bastonetes Gram-negativo que crescem facilmente em meios laboratoriais básicos como ágar de infusão de coração. Entre as espécies isoladas de humanos, 90% produzem β-hemólise em ágar sangue (5).

*Aeromonas* spp. são encontradas em ambientes aquáticos em todo o mundo, incluindo solo, superfície, estuarinos marinhos, resíduos e água potável e também são encontradas em muitos alimentos, incluindo produtos frescos, frutos do mar, carnes cruas, alimentos prontos embalados, queijos e leite (16).

### **Fatores de virulência**

A patogenicidade de *A. hydrophila* é mediada por múltiplos fatores de virulência que inclui hemolisinas, proteínas de adesão, flagelos, lipase, catalisadores e toxinas, incluindo a citotoxina e enterotoxina. A expressão desses fatores pode ocorrer de forma distinta dependendo do respectivo ambiente. Há apontamentos de que a temperatura pode influenciar na patogenicidade de *A. hydrophila*, além dos efeitos regulatórios de *quorum sensing* e formação de biofilme (13, 17).

Os fatores de virulência de *Aeromonas* spp. evoluíram sua expressão de forma dependente da temperatura. Amostras clínicas de *A. hydrophila* podem crescer em temperaturas superiores a 28 °C (temperatura ideal de crescimento do isolado). Porém, ao aumentar a temperatura para 37 °C, a atividade da protease diminui e a atividade da citotoxina e da hemolisina aumenta. Já os isolados ambientais podem crescer em temperaturas tão baixas quanto 4 °C, sendo esta temperatura um fator que restringe o crescimento de isolados clínicos (13).

Um estudo avaliou os efeitos da temperatura (4-37 °C) na formação de biofilme de *A. hydrophila* em placas de microtitulação, aço inoxidável e superfícies/cascas de caranguejo. Para as placas de microtitulação e aço inoxidável, observou-se um aumento significativo na formação de biofilme a 20-25 °C e uma redução em temperaturas acima de



25 °C (30-37 °C) ou abaixo de 20 °C. Para as superfícies de caranguejo, a produção de biofilme foi menor a 4, 10 e 15 °C do que a 20-37 °C. A formação de biofilme foi aumentada na faixa de 20-30 °C, enquanto o crescimento do biofilme foi reduzido gradualmente a 37 °C. Logo, o controle de temperatura em ambientes processadores de alimentos pode reduzir a formação de biofilme de *A. hydrophila* (18).

Uma outra propriedade ligada à virulência é um conjunto de proteínas de superfície, que formam a chamada camada S, normalmente encontrada em isolados de infecções extraintestinais de humanos (19). Além disso, essa bactéria é capaz de remover e utilizar o ferro presente na transferrina (20) e produzir proteases (21).

A resistência a antimicrobianos é particularmente relevante nas espécies patogênicas de *Aeromonas*, nas quais, além da clássica resistência aos antibióticos  $\beta$ -lactâmicos, resistência múltipla tem sido identificada. Essas bactérias podem receber e transferir genes de resistência a antimicrobianos para outras bactérias Gram negativo (22).

Um estudo realizado em amostras de *A. hydrophila*, recuperados em tilápia, evidenciou comportamentos distintos dessas amostras frente a diferentes antimicrobianos. Os isolados apresentaram-se sensíveis à ciprofloxacina (100%), ao cloranfenicol (90,10%) e trimetoprim-sulfametoxazol (83,60%) e altamente resistentes à tetraciclina e ao ácido nalidíxico (90,10%), sendo que o padrão de resistência foi de 100% para amoxicilina em todas as cepas analisadas (23).

A multirresistência de *A. hydrophila* foi analisada em sistemas de produção de peixes e verificou-se que 74,7 % dos isolados apresentavam valores de resistência múltipla aos antibióticos estudados ( $> 0,2$ ). Esses resultados emitem um alerta aos aquicultores quanto à disseminação de *A. hydrophila* e a necessidade de minimizar a ocorrência de resistência aos antibióticos nos sistemas de produção (3).

### **Associação com água, animais e produtos de origem animal**

As espécies de *Aeromonas* estão amplamente distribuídas na natureza. Elas são organismos essencialmente aquáticos encontrados em todas as superfícies aquosas. Elas sobrevivem em água fresca, salgada, clorada ou não clorada e se multiplicam nos sistemas de drenagem de águas servidas domésticas (24). A prevalência e a distribuição dessas bactérias em habitats de água fresca e em ambiente marinho é bem documentada (11).



As aeromonas são encontradas nos peixes selvagens, ornamentais e comestíveis cultivados, moluscos, principalmente as ostras, e crustáceos (24, 25) integrando a microbiota intestinal de peixes saudáveis. *A. hydrophila* foi isolada de vários alimentos, como peixes, frutos do mar, vegetais e carnes (26, 27). A ampla faixa de temperatura de multiplicação (4 a 30°C), de acordo com a espécie, permite ao micro-organismo se desenvolver em temperaturas de refrigeração (24), gerando preocupação quando a inocuidade dos alimentos, em especial àqueles sob refrigeração. Fatores incluindo falta de saneamento e qualidade da água, estresse, superlotação e manuseio inadequado podem tornar os animais mais sensíveis a infecções e desencadear surtos de *A. hydrophila* (28).

Espécies de *Aeromonas* foram identificadas no conteúdo gastrointestinal de ovelhas, bovinos e cavalos saudáveis em frequências que variam de 5% a 10% (4). Esse microrganismo também é isolado de fezes de vários animais, principalmente bovinos. Alguns animais podem manifestar doenças, como é o caso da doença da perna vermelha em rãs, estomatite e septicemia em cobras e infecções em peixes de água doce (5).

*A. hydrophila* pode ser encontrada na carne vermelha como consequência da má higiene nos processos de preparação, corte e moagem (29); em galinhas e leite cru por consequência de fatores como o comprometimento imunológico dos animais e a falta de sanitização dos ambientes e equipamentos de ordenha. Também tem sido reportada a presença de *A. hydrophila* em queijos, carnes suína e bovina embaladas à vácuo e em água mineral engarrafada (30).

### **Importância como agente etiológico de doenças veiculadas por alimentos**

*A. hydrophila* é um patógeno emergente de origem alimentar e quando ingerido por humanos pode causar mais frequentemente gastroenterite (31). Em relação a infecções gastrointestinais, uma fonte comum de surtos de *A. hydrophila* é a água de abastecimento e fontes de água mineral, ambientes de água marinha, águas de abastecimento cloradas ou não cloradas e cursos d'água contaminados com efluentes de esgoto (32). Embora *Aeromonas* spp. não seja normalmente encontrada nas fezes de pessoas saudáveis, portadores assintomáticos podem ser fontes do microrganismo (24).

*Aeromonas* também têm sido implicadas como causa de infecções localizadas na pele, pneumonia e infecções disseminadas como septicemia e meningite. Embora a disseminação das infecções de *Aeromonas* possam se originar em peles infectadas, o trato





gastrintestinal dos pacientes é considerado a fonte de espécies de *Aeromonas* nessas infecções. Infecções de pele envolvendo *Aeromonas* estão ligadas, usualmente, a injúrias ocorridas durante recreação ou outras atividades em ambiente aquático (33).

*Aeromonas* spp. é considerado o agente etiológico responsável por uma variedade de complicações infecciosas em pessoas imunocompetentes e imunocomprometidas (5). A incidência de *Aeromonas* em doenças humanas pode ser subestimada, pois não existem sinais clínicos característicos e as colônias podem ser facilmente confundidas com as de *Pseudomonas* spp. ou coliformes e descartados como tais (24).

Incidentes ocasionados devido ao consumo de alimentos contaminados com *A. hydrophila* foram relatados em países como Espanha, China e Butão. Em um estudo de casos de infecções extraintestinais causadas por *Aeromonas* spp. realizado em um hospital de Guadalajara na Espanha, foram diagnosticados 38 casos, dos quais em 16 (42,1%) foi identificada *A. hydrophila*. Os pacientes, em sua maioria, apresentavam alguma doença prévia como neoplasias e diabetes mellitus (34). Na China, foram identificados 349 casos suspeitos e em 15 deles (4,3%) *A. hydrophila* foi isolada de amostras de fezes (35). A investigação de um surto no Butão confirmou 33 casos (60%) de pacientes com gastroenterite por *A. hydrophila* das 55 pessoas que consumiram carne bovina contaminada, provável alimento envolvido no surto. *A. hydrophila* multirresistente foi isolada de amostras de fezes dos casos confirmados e foi suscetível apenas ao cloranfenicol (36).

*Aeromonas* foram isoladas de 27 (6,6%) dos 408 pacientes admitidos com gastroenterite aguda em dois hospitais do Rio Grande do Sul, Brasil. Os isolados foram classificados como *A. hydrophila* (51,8%), *A. caviae* (40,8%) e *A. veronii* (7,4%). A maior prevalência de *Aeromonas* ocorreu em lactantes e crianças (22).

### **Medidas de controle**

*A. hydrophila* foi capaz de sobreviver a  $-72^{\circ}\text{C}$  em ostras por 18 meses, o que indica que essas bactérias suportam baixas temperaturas (15). Portanto, o crescimento desse micro-organismo não é restringido quando o alimento está sob refrigeração e outros meios devem ser utilizados para seu controle.

O aquecimento é um dos tratamentos primários para a destruição de patógenos em alimentos. A resistência térmica de *A. hydrophila* parece ser similar à de outras bactérias Gram-negativo associadas a alimentos, sendo sensível ao aquecimento. Isso indica que essa





bactéria é destruída por muitos tratamentos térmicos, como a pasteurização do leite, de ovos e o cozimento de produtos cárneos curados (6, 7).

Após a temperatura, o pH e teor de NaCl são os próximos parâmetros mais importantes em alimentos para controlar o crescimento de bactérias. *A. hydrophila* é sensível ao baixo pH (<5,0), ao pH muito alcalino (> 9,0) e elevados percentuais de NaCl (>4,5%), sendo que esses limites de crescimento são temperatura dependentes (7, 14, 37). Estudos demonstraram que essas bactérias cresceram em ambiente contendo 4% de NaCl, a temperatura de 28°C (37). Elas se desenvolveram em ambientes com pH entre 4 e 10 (38), sendo mais tolerantes a ambientes ácidos quando submetidos a temperatura de 28°C do que a 4°C (37).

*A. hydrophila* geralmente não é considerada um problema em alimentos cárneos curados, em parte devido a atividade inibitória do nitrito de sódio (11). A combinação de baixo pH, sal e nitrito com baixa temperatura de incubação já demonstraram efetividade na redução do crescimento de *A. hydrophila* (7).

Esse micro-organismo é também sensível à radiação e doses adequadas podem eliminá-lo dos alimentos. Ademais, *A. hydrophila* pode ser inativada prontamente por cloro nos níveis utilizados para tratamento da água de consumo. O isolamento dessa bactéria de água clorada pode ser explicado por recontaminação pós-tratamento, carga microbiana elevada ou a presença de matéria orgânica que pode inativar o cloro adicionado (11).

### **Considerações finais**

*Aeromonas hydrophila* é um potencial patógeno emergente causador de doenças no homem, podendo estar presente no ambiente e em animais, o que requer uma abordagem com ênfase em Saúde Única para mitigar o risco de sua transmissão. Do ponto de vista de saúde pública, também merece destaque a múltipla resistência a antimicrobianos verificada em algumas amostras e a capacidade de *A. hydrophila* de formação de biofilmes em superfícies, o que requer atenção especial por parte da indústria de alimentos.

### **Referências Bibliográficas**

1- CITTERIO, B.; BIAVASCO, F. *Aeromonas hydrophila* virulence. **Virulence**, v. 6, n. 5, p. 417-418, 2015.



- 2- STRATEV, D.; ODEYEMI, O. A. Antimicrobial resistance of *Aeromonas hydrophila* isolated from different food sources: A mini-review. **Journal of Infection and Public Health**, v. 9, n. 5, p. 535-544, 2016.
- 3- NHINH, D. T. *et al.* Prevalence, virulence gene distribution and alarming the multidrug resistance of *Aeromonas hydrophila* associated with disease outbreaks in freshwater aquaculture. **Antibiotics**, v. 10, n. 5, p.1-17, 2021.
- 4- CEYLAN, E.; BERKTAS, M.; AĞAOĞLU, Z. The occurrence and antibiotic resistance of motile *Aeromonas* in livestock. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, n.2, p. 199-204, 2009.
- 5- JANDA, J. M.; ABBOTT, S. L. The Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Pathogenicity, and Infection. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 23, n. 1, p. 35-73, 2010.
- 6- PALUMBO, S. A. *et al.* Thermal resistance of *Aeromonas hydrophila*. **Journal of Food Protection**, v. 50, n. 9, p. 761-764, 1987.
- 7- DASKALOV, H. The importance of *Aeromonas hydrophila* in food safety. **Food control**, v. 17, n. 6, p. 474-483, 2006.
- 8- MADIGAN, M. T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 12ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- 9- FERNÁNDEZ-BRAVO, A.; FIGUERAS, M. J. An update on the genus *Aeromonas*: Taxonomy, epidemiology, and pathogenicity. **Microorganisms**, v. 8, n.1, p. 1-39, 2020.
- 10- STRATEV, D.; ODEYEMI, O. A. Antimicrobial resistance of *Aeromonas hydrophila* isolated from different food sources: A mini-review. **Journal of Infection and Public Health**, v. 9, n. 5, p. 535-544, 2016.
- 11- HUI, Y. H. *et al.* **Foodborne Disease Handbook: diseases caused by bacteria**. New York: Marcel Dekker, 1994. 613p.
- 12- PIANETTI, A. *et al.* Determination of viability of *Aeromonas hydrophila* in increasing concentrations of sodium chloride at different temperatures by flow cytometry and plate count technique. **International Journal of Food Microbiology**, v. 127, n. 3, p. 252-260, 2008.
- 13- RASMUSSEN-IVEY, C. R. *et al.* Virulence factors of *Aeromonas hydrophila*: in the wake of reclassification. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, p.1-10, 2016.
- 14- AWAN, F. *et al.* The fight for invincibility: environmental stress response mechanisms and *Aeromonas hydrophila*. **Microbial Pathogenesis**, v. 116, p. 135-145, 2018.



- 15- SILVA, L. A. D. S.; WICKRAMANAYAKE, M. V. K. S.; HEO, G. J. Virulence and antimicrobial resistance potential of *Aeromonas* spp. associated with shellfish. **Letters in Applied Microbiology**, v. 73, n. 2, p. 176-186, 2021.
- 16- JANDA, J. M. Recent advances in the study of the taxonomy, pathogenicity, and infectious syndromes associated with the genus *Aeromonas*. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 4, n.4, p. 397-410, 1991.
- 17- JIN, L. *et al.* Complete genome sequence of fish-pathogenic *Aeromonas hydrophila* HX-3 and a comparative analysis: insights into virulence factors and quorum sensing. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2020.
- 18- MIZAN, M. F. R. *et al.* Effects of temperature on biofilm formation and quorum sensing of *Aeromonas hydrophila*. **Italian Journal of Food Science**, v. 30, n. 3, p. 456-466, 2018.
- 19- JANDA, J. M. *et al.* Virulence Markers of Mesophilic Aeromonads: Association of the Autoagglutination Phenomenon with Mouse Pathogenicity and the Presence of a Peripheral Cell-Associated Layer. **Infection and Immunity**, v. 55, n. 12, p. 3070-3077, 1987.
- 20- MASSAD, G.; ARCENEUX, J. E. L.; BYERS, B. R. Acquisition of Iron from Host Sources by Mesophilic *Aeromonas* Species. **Journal of General Microbiology**, v. 137, n. 2, p. 237-241, 1991.
- 21- LEUNG, K. Y.; STEVENSON, R. M. W. Characteristics and Distribution of Extracellular Proteases from *Aeromonas hydrophila*. **Journal of General Microbiology**, v. 134, n. 1, p. 151-160, 1988.
- 22- GUERRA, I. M. F. *et al.* *Aeromonas* associated diarrhoeal disease in south Brazil: prevalence, virulence factors and antimicrobial resistance. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n. 4, p. 638-643, 2007.
- 23- ALGAMMAL, A. M. *et al.* Molecular typing, antibiogram and PCR-RFLP based detection of *Aeromonas hydrophila* complex isolated from *Oreochromis niloticus*. **Pathogens**, v. 9, n. 3, p.1-15, 2020.
- 24- HOBBS, B. C.; ROBERTS, D. **Toxinfeições e Controle Higiênico-Sanitário de Alimentos**. São Paulo: Varela, 1999. 376p.
- 25- ABEYTA, C. Jr. *et al.* Recovery of *Aeromonas hydrophila* from oysters implicated in an outbreak of foodborne illness. **Journal of Food Protection**, v. 49, n. 8, p. 643-646, 1986.
- 26- VILLARI, P. *et al.* Prevalence and molecular characterization of *Aeromonas* spp. in ready-to-eat foods in Italy. **Journal of Food Protection**, v. 63, n. 12, p. 1754-1757, 2000.



- 27- MCMAHON, M. A. S.; WILSON, I. G. The occurrence of enteric pathogens and *Aeromonas* species in organic vegetables. **International Journal of Food Microbiology**, v. 70, n. 1-2, p. 155-162, 2001.
- 28- KIM, K. T. *et al.* Enhanced Virulence of *Aeromonas hydrophila* Is Induced by Stress and Serial Passaging in Mice. **Animals**, v. 11, n. 2, p.1-11, 2021.
- 29- GHENGHESH, K. S. *et al.* *Aeromonas*-associated infections in developing countries. **Journal of Infection in Developing Countries**, v. 2, n. 2, p. 81-98, 2008.
- 30- BULHÕES, C. C. C.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Ocorrência de bactérias do gênero *Aeromonas* em queijo-de-minas frescal artesanal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 3, p. 320-325, 2002.
- 31- PARK, S. M. *et al.* Pathogenicity and seasonal variation of *Aeromonas hydrophila* isolated from seafood and ready-to-eat sushi in South Korea. **Food Research International**, v. 147, p. 1-7, 2021.
- 32- BURKE, V.; ROBINSON, J.; GRACEY, M. Isolation of *Aeromonas hydrophila* from a Metropolitan Water Supply: Seasonal Correlation with Clinical Isolates. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 48, n. 2, p. 361-366, 1984.
- 33- JOSEPH, S. W. *et al.* *Aeromonas* Primary Wound Infection of a Diver in Polluted Waters. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 10, n. 1, p. 46-49, 1979.
- 34- TENA, D. *et al.* Infección extraintestinal por *Aeromonas* spp.: revisión de 38 casos. **Enferm Infeccion Microbiological Clinical**, v. 25, n. 4, p. 235-241, 2007.
- 35- ZHANG, Q. *et al.* A foodborne outbreak of *Aeromonas hydrophila* in a college, Xingyi City, Guizhou, China, 2012. **Western Pacific Surveillance and Response Journal: WPSAR**, v. 3, n. 4, p. 39-43, 2012.
- 36- TSHETEN, T. *et al.* An outbreak of *Aeromonas hydrophila* food poisoning in Deptsang village, Samdrup Jongkhar, Bhutan, 2016. **Journal of Research in Health Sciences**, v. 16, n. 4, p. 224-227, 2016.
- 37- PALUMBO, S. A.; MORGAN, D. R.; BUCHANAN, R. L. Influence of temperatura, NaCl and pH on the growth of *Aeromonas hydrophila*. **Journal of Food Science**, v. 50, v.5, p. 1417-1421, 1985.
- 38- HAZEN, T. C. *et al.* Prevalence and distribution of *Aeromonas hydrophila* in the United States. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 36, n. 5, p. 731-738, 1978.





## Alternativas de produtos análogos à carne: uma revisão

Larissa Horta Vertelo<sup>1</sup>; Monalisa Pereira Dutra Andrade<sup>2</sup>

**Resumo:** Os alimentos selecionados pelos consumidores apresentam um impacto significativo no meio ambiente, tendo em vista que alimentar o mundo de maneira sustentável é considerado um dos desafios mais prementes do futuro. Em particular, o consumo de proteína animal tem um grande impacto ambiental e sua redução é um dos temas mais explorados nos estudos associados a uma dieta ambientalmente sustentável. Diversos pesquisadores apontam o consumo de carne como responsável por resultados negativos para a saúde por estar relacionado ao desenvolvimento de doenças como câncer, diabetes e cardiopatias. Devido à crescente conscientização desses efeitos negativos, os substitutos de carne ganham cada vez mais interesse como fontes alternativas de proteína, principalmente aqueles produzidos com aplicação de tecnologias de texturização, sabor e cor semelhantes aos tradicionais produtos cárneos. Nesse contexto, os produtos análogos à carne formulados a partir de vegetais, insetos, microalgas e até mesmo a carne de base celular (cultivada em laboratório) visam imitar as propriedades sensoriais e tecnológicas da carne. Em diversos países, os análogos de carne à base de plantas estão amplamente disponíveis e seu consumo deve aumentar, enquanto o potencial da carne cultivada permanece questionável, pois muitos problemas técnicos, econômicos, de segurança alimentar e aceitação do consumidor não foram resolvidos.

**Palavras-chave:** Carne cultivada. Produtos de insetos. Produtos vegetais. Produtos de microalgas. Substitutos de carne.

### Introdução

As alternativas de produtos análogos à carne representam uma tendência de produção de alimentos com potencial para interromper o ciclo vicioso de deterioração ambiental e sofrimento animal estimulado pelos sistemas de pecuária (1).

Atualmente há um número cada vez maior de consumidores a favor da redução do consumo de produtos derivados de animais devido a preocupações com o bem-estar destes animais, restrições alimentares como: veganos, vegetarianos ou flexitarianos, questões de saúde ou ambientais (2).

Os substitutos de carne à base de vegetais são produtos usados para substituir a carne na dieta humana e imitam a textura, o sabor e a aparência dos produtos cárneos(3). Algumas alternativas de carne não convencionais, incluindo proteínas microbianas, fungos comestíveis,

---

<sup>1</sup>Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>2</sup>Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri





microalgas e proteínas de insetos também atraíram grande interesse de pesquisa e consumidores, embora ainda estejam em fase de desenvolvimento e tenham problemas de segurança e aceitação(4)

Entretanto, desenvolver e inovar um novo produto alimentício que satisfaça a demanda dos consumidores é muito desafiador. A qualidade, nutrição e características sensoriais são os primeiros parâmetros a serem levados em consideração antes de desenvolver a dieta baseada em proteínas vegetais(5).

O segmento de produtos análogos de carne poderá ser à base de vegetais, que combinam insumos vegetais com a ciência de alimentos e sabores para imitar o sabor e a textura de produtos animais existentes. Outra alternativa consiste nos alimentos à base de células, que são criados por meio de um processo biotecnológico, em que se desenvolvem culturas de células animais em produtos que são molecularmente idênticos ao original(6).

Diferentes fontes de proteína vegetal são usadas para adequar o perfil nutricional de análogos de carne. Essa variabilidade pode oferecer uma ampla gama de opções aos consumidores e, assim, indiretamente resolver a questão da alergenicidade associada a algumas proteínas (por exemplo, soja, glúten, fungos e leguminosas) (7).

O objetivo desta revisão é descrever as principais fontes alternativas às proteínas cárneas abordando os tipos de produtos análogos à carne, bem como suas definições, apelo nutricional, potencial tecnológico e custo.

## **Tipos de produtos análogos à carne**

### **Produtos à base de vegetais**

Substitutos de carne à base de vegetais são aqueles produtos que são produzidos a partir de fontes vegetais (por exemplo, soja, proteína de ervilha) para aproximar propositalmente as qualidades sensoriais, funcionais e químicas (por exemplo, sabor, textura, aparência e aplicação) de certos produtos cárneos(8).

A proteína é um nutriente indispensável para o corpo humano. À medida que a população aumenta a demanda por proteína animal continua a crescer. Esta será uma preocupação séria em termos de sustentabilidade, porque a disponibilidade de proteínas animais está relacionada ao aumento da oferta de ração e níveis mais altos de produção de gases de efeito estufa (9).

Os análogos de carne à base de proteínas vegetais são cada vez mais populares, pois são mais sustentáveis do que a carne e, ao mesmo tempo, considerados uma boa fonte de proteínas



saudáveis(10).Estes produtos geralmente contêm ingredientes derivados de soja, trigo ou ervilha, e misturas que compreendem essas proteínas vegetais podem ser usadas para criar uma ampla gama de estruturas alimentares(11).

Entre as proteínas vegetais, a proteína de soja é extremamente adequada para análogos de carne devido à sua capacidade gelificante favorável, nutrientes abundantes e baixo custo. Associado a isso, a proteína de soja é rica em isoflavonas, semelhante ao hormônio feminino, os estrogênios(12).

O trigo é o tipo de cereal mais usado historicamente em produtos análogos de carne, um exemplo disso é o seitan (alimento derivado da proteína trigo - glúten). No entanto, arroz, cevada e aveia são outros ingredientes comuns nos rótulos de ingredientes dos produtos análogos de carne mais modernos(13).

A proteína da ervilha é a mais promissora para a aplicação de análogos de carne devido à sua baixaalergenicidade, alto valor nutricional e grande capacidade de estabilização de emulsão e espuma(14).As estruturas à base de ervilha são consideravelmente mais macias e menos elásticas do que as de produtos à base de soja devido à sua capacidade de gelificação mais fraca(15).

Do ponto de vista nutricional, os análogos de carne à base de vegetais podem ser projetados para ter um teor de proteína relativamente alto, baixo teor de gordura saturada e baixo teor de colesterol, além de ter um perfil de aminoácidos bem equilibrado, o que pode ser vantajoso para fins de saúde humana(16). Além disso, as fibras alimentares são frequentemente utilizadas nesses produtos para fornecer atributos funcionais específicos, como retenção de fluido e texturização, o que também pode contribuir para o perfil nutricional desejável de análogos de carne(17).

A inovação em tecnologia de processamento e formulações criativas de produtos análogos à carne continuará melhorando suas características de qualidade. No entanto, a inclusão de uma variedade de aditivos para produzir textura semelhante à carne, suculência, sensação na boca e sabor levantam preocupações sobre nutrição, segurança alimentar, rótulo limpo, custo e confiança do consumidor.Apesar do notável sucesso inicial, há desafios pela frente para alternativas de carne à base de vegetais. Além dos obstáculos tecnológicos para imitar a textura e o sabor da carne, a segurança alimentar e a nutrição apresentam outros obstáculos potenciais que não foram adequadamente abordados (18).

## **Carne cultivada**



A carne cultivada, também conhecida como carne *in vitro*, carne à base de células, carne limpa e carne de laboratório, refere-se à carne produzida por meio da agricultura celular usando técnicas de engenharia de tecidos(19).O produto final deve ter benefícios nutricionais, textura e sabor semelhantes à carne real e ter baixo risco de contaminação microbiana (20).

Em termos de valor nutricional, a carne cultivada tem potencial para ser superior à carne convencional, pois sua produção permite que o teor de nutrientes seja modificado, por exemplo, controlando o teor de gordura e otimizando-o com ácidos graxos ômega-3(21).Além disso, devido ao seu processo de fabricação, o risco de contaminação por bactérias como *Salmonella spp.* ou *Escherichia coli* é baixo, o que significa que a vida útil pode ser estendida e os requisitos de refrigeração durante o transporte podem ser menos rigorosos(22).

Um grande desafio na produção de carne baseada em células é produzir os nutrientes, hormônios e fatores de crescimento em grandes quantidades e compatíveis com a alimentação humana(23). A carne cultivada ainda não está disponível para os consumidores, pois a tecnologia continua tendo um custo proibitivo, mas espera-se que esteja disponível nos próximos anos(24).Embora a tecnologia encontra-se em fase de desenvolvimento, ela oferece o potencial para produzir carne em larga escala com efeitos deletérios ambientais relativamente pequenos, em comparação com a carne convencional (25).

O desenvolvimento de carne cultivada e outros produtos alimentares cultivados em células encontram desafios técnicos e sociais, como produção em escala industrial, custos atualmente altos, desafios sociais e culturais, bem como questões de aceitação do consumidor(26).Esses problemas de produção em larga escala e o alto preço do produto final previsto em comparação com a carne convencional ainda são desafios não resolvidos(23).

### **Produtos a base de insetos**

Nos últimos tempos, os insetos comestíveis têm atraído a atenção tanto da indústria alimentícia quanto dos consumidores devido à crescente atenção global às questões relacionadas à sustentabilidade da produção animal e à necessidade de alternativas protéicas de alta qualidade(27).

Os insetos comestíveis têm potencial para se tornar uma importante fonte de nutrição humana, podendo ser produzidos de forma mais eficiente do que a pecuária convencional, ou seja, em termos de conversão de biomassa em proteína ou calorias (28).

Observando a eficiência do uso da terra dos insetos e o fato de que os insetos são tipicamente nutritivos com alto teor de proteína saudável, o uso de proteína à base de insetos



promete fornecer potenciais significativos para aumentar a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental dos alimentos(29).

O perfil nutricional dos insetos comestíveis depende da espécie e pode ser altamente variável. Dentro do mesmo grupo de espécies de insetos, o valor nutricional pode diferir devido à dieta, estágio metamórfico, *habitat* e condições ambientais (30).

Os insetos possuem quantidades consideráveis de aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas(31). Eles também são fontes ricas de compostos bioativos como alcalóides, flavonóides, terpenóides e fenóis(32). Um conhecimento adequado da composição nutricional de insetos comestíveis específicos é valioso para explorar seus diversos potenciais nutricionais (33).

Embora as espécies, o estágio de desenvolvimento e as condições de criação possam influenciar a composição nutricional dos insetos, eles são considerados de alto estado nutricional(34) e possuem um perfil de aminoácidos que atende aos requisitos de um humano adulto(35).

Com relação ao custo, os insetos atingem preços geralmente mais altos do que os peixes e carnes convencionais (36).

### **Produto a base de microalgas**

As microalgas são um recurso protéico promissor e vêm sendo estudadas há anos como ingredientes alimentícios. Até agora, as microalgas têm sido aplicadas em vários campos industriais, desde a produção de biodiesel até alimentos funcionais e produtos para a saúde (37).

As microalgas contêm compostos nutricionais valiosos que proporcionam benefícios à saúde(38)e, quando cultivadas heterotroficamente, são calculadas para produzir análogos de carne ambientalmente mais sustentáveis do que outras fontes de proteína(39). Isso se deve aos seus abundantes nutrientes e compostos bioativos, como proteínas de alta qualidade, aminoácidos, lipídios e ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs), além de vitaminas, minerais e fitoquímicos essenciais (40).

Os principais fatores que limitam o desenvolvimento de microalgas como alternativas de carne são sua pigmentação e a dificuldade de coleta e produção. A pigmentação e o cheiro de peixe das microalgas tornam o produto desfavorável e não é facilmente removido. Esta é uma das barreiras mais fortes ao uso de microalgas como ingrediente alimentar(41).



Ainda assim, o desenvolvimento de estratégias inovadoras para incorporação de microalgas como fonte de compostos bioativos em produtos cárneos é necessário para reduzir quaisquer alterações indesejáveis nos produtos formulados (42).

## **Conclusão**

A partir desta revisão foi possível concluir que as fontes alternativas às proteínas cárneas têm sido amplamente estudadas. Entretanto, ainda existem diversos desafios para todas as alternativas de substitutos de carne apresentadas durante esse trabalho. Além dos obstáculos tecnológicos para imitar a textura, o sabor, a segurança alimentar e a nutrição, existem outros fatores como custos atualmente altos, questões sociais e culturais, bem como o processo de aceitação do consumidor.

## **Referências Bibliográficas**

1. NOBRE, F. S. Cultured meat and the sustainable development goals. **Trends in Food Science & Technology**, v. 124, p. 140–153, 1 jun. 2022.
2. CHAUDHARY, A; GUSTAFSON, D. & MATHYS, A. Avaliação multi-indicador de sustentabilidade dos sistemas alimentares globais. **Nature Communications**, v. 9, 848 2018.
3. TZIVA, M. et al. Understanding the protein transition: The rise of plant-based meat substitutes. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 35, p. 217–231, 2020.
4. ZHANG, C. et al. Production of meat alternatives using live cells, cultures and plant proteins. **Current Opinion in Food Science**, v. 43, p. 43–52, 1 fev. 2022.
5. MANCINI, M. C.; ANTONIOLI, F. Exploring consumers' attitude towards cultured meat in Italy. **Meat science**, v. 150, p. 101–110, 1 abr. 2019.
6. MOUAT, M. J.; PRINCE, R.; ROCHE, M. M. Making Value Out of Ethics: The Emerging Economic Geography of Lab-grown Meat and Other Animal-free Food Products. **Economic Geography**, v. 95, n. 2, p. 136–158, 2019.





7. KIM, K. et al. Bioproduction of mushroom mycelium of *Agaricus bisporus* by commercial submerged fermentation for the production of meat analogue. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 91, n. 9, p. 1561–1568, jul. 2011.
8. RITCHIE, H.; REAY, D. S.; HIGGINS, P. Potential of Meat Substitutes for Climate Change Mitigation and Improved Human Health in High-Income Markets. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 2, p. 16, 15 maio 2018.
9. TILMAN, D.; CLARK, M. Global diets link environmental sustainability and human health. **Nature**, v. 515, n. 7528, p. 518–522, 27 nov. 2014.
10. JONES, O. G. Recent advances in the functionality of non-animal-sourced proteins contributing to their use in meat analogs. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 7–13, 1 fev. 2016.
11. KETELINGS, L.; KREMERS, S.; DE BOER, A. The barriers and drivers of a safe market introduction of cultured meat: A qualitative study. **Food Control**, v. 130, p. 108299, 1 dez. 2021.
12. MOLLAKHALILI-MEYBODI, N.; ARAB, M.; ZARE, L. Harmful compounds of soy milk: characterization and reduction strategies. **Journal of Food Science and Technology**, p. 1–10, 23 ago. 2021.
13. JOYE, I. Protein Digestibility of Cereal Products. **Foods 2019, Vol. 8, Page 199**, v. 8, n. 6, p. 199, 8 jun. 2019.
14. OSEN, R. et al. Effect of high moisture extrusion cooking on protein–protein interactions of pea (*Pisum sativum* L.) protein isolates. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50, n. 6, p. 1390–1396, 1 jun. 2015.
15. SUN, X. D.; ARNTFIELD, S. D. Gelation properties of salt-extracted pea protein induced by heat treatment. **Food Research International**, v. 43, n. 2, p. 509–515, 1 mar. 2010.
16. KYRIAKOPOULOU, K.; KEPPLER, J. K.; VAN DER GOOT, A. J. Functionality of



ingredients and additives in plant-based meat analogues. **Foods**, v. 10, n. 3, 1 mar. 2021.

17. BAKHSH, A. et al. A novel approach for tuning the physicochemical, textural, and sensory characteristics of plant-based meat analogs with different levels of methylcellulose concentration. **Foods**, v. 10, n. 3, 1 mar. 2021.

18. SHA, L.; XIONG, Y. L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. **Trends in Food Science & Technology**, v. 102, p. 51–61, 1 ago. 2020.

19. TREICH, N. Cultured Meat: Promises and Challenges. **Environmental and Resource Economics**, v. 79, n. 1, p. 33–61, 1 maio 2021.

20. CHEN, L. et al. Large-scale cultured meat production: Trends, challenges and promising biomanufacturing technologies. **Biomaterials**, v. 280, p. 121274, 1 jan. 2022.

21. CHRIKI, S.; HOCQUETTE, J. F. The Myth of Cultured Meat: A Review. **Frontiers in Nutrition**, v. 7, p. 7, 7 fev. 2020.

22. GERHARDT, C. et al. How Will Cultured Meat and Meat Alternatives Disrupt the Agricultural and Food Industry? <https://home.liebertpub.com/ind>, v. 16, n. 5, p. 262–270, 15 out. 2020.

23. HOCQUETTE, J. F. Is in vitro meat the solution for the future? **Meat Science**, v. 120, p. 167–176, 1 out. 2016.

24. VAN LOO, E. J.; CAPUTO, V.; LUSK, J. L. Consumer preferences for farm-raised meat, lab-grown meat, and plant-based meat alternatives: Does information or brand matter? **Food Policy**, v. 95, p. 101931, 1 ago. 2020.

25. MATTICK, C. S. et al. Anticipatory Life Cycle Analysis of In Vitro Biomass Cultivation for Cultured Meat Production in the United States. **Environmental Science and Technology**, v. 49, n. 19, p. 11941–11949, 4 set. 2015.



26. POST, M. J. et al. Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. **Nature Food**, v. 1, n. 7, p. 403–415, 1 jul. 2020.
27. VAN HUIS, A.; OONINCX, D. G. A. B. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 37, n. 5, 1 out. 2017.
28. TABASSUM-ABBASI; ABBASI, T.; ABBASI, S. A. Reducing the global environmental impact of livestock production: The minilivestock option. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 1754–1766, 20 jan. 2016.
29. ALEXANDER, P. et al. Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use? **Global Food Security**, v. 15, p. 22–32, 1 dez. 2017.
30. LANGE, K. W.; NAKAMURA, Y. Edible insects as future food: chances and challenges. **Journal of Future Foods**, v. 1, n. 1, p. 38–46, 1 set. 2021.
31. FOGANG MBA, A. R. et al. Lipid and amino acid profiles support the potential of *Rhynchophorus phoenicis* larvae for human nutrition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 60, p. 64–73, 1 jul. 2017..
32. RATCLIFFE, N. A. et al. Insect natural products and processes: New treatments for human disease. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 41, n. 10, p. 747–769, out. 2011.
33. ATOWA, C. O. et al. Nutritional values of *Zonocerus variegatus*, *Macrotermes bellicosus* and *Cirina forda* insects: Mineral composition, fatty acids and amino acid profiles. **Scientific African**, v. 12, p. e00798, 1 jul. 2021.
34. ŻOŁNIERCZYK, A. K. Nutritional Properties of Edible Insects. In: **Ambientais, Saúde e Oportunidades de Negócios no Novo Mercado de Alternativas à Carne**. Hershey: IGI Global, 2019. p. 143–165.
35. RUMPOLD, B. A.; SCHLÜTER, O. Insect-based protein sources and their potential for human



consumption: Nutritional composition and processing. **Animal Frontiers**, v. 5, n. 2, p. 20–24, 1 abr. 2015.

36. HUIS, A.V; ITTERBEECK, J. V; KLUNDER, H; MERTENS, E; HALLORAN, A; MUIR, G; VANTOMME, P. **Edible insects: future prospects for food and feed security**. Edição 171. Rome:Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013.

37. FU, Y. et al. The potentials and challenges of using microalgae as an ingredient to produce meat analogues. **Trends in Food Science & Technology**, v. 112, p. 188–200, 1 jun. 2021.

38. CAPORGNO, M. P.; MATHYS, A. Trends in Microalgae Incorporation Into Innovative Food Products With Potential Health Benefits. **Frontiers in Nutrition**, v. 5, p. 58, 31 jul. 2018.

39. SMETANA, S. et al. Autotrophic and heterotrophic microalgae and cyanobacteria cultivation for food and feed: life cycle assessment. **Bioresource Technology**, v. 245, p. 162–170, 2017.

40. BHUVANA, P. et al. Spectral characterization of bioactive compounds from microalgae: *N. Oculata* and *C. Vulgaris*. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 19, 1 maio 2019.

41. CAPORGNO, M. P. et al. Extruded meat analogues based on yellow, heterotrophically cultivated *Auxenochlorella protothecoides* microalgae. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 59, p. 102275, 1 jan. 2020.

42. DE MEDEIROS, V. P. B. et al. Microalgae in the meat processing chain: feed for animal production or source of techno-functional ingredients. **Current Opinion in Food Science**, v. 37, p. 125–134, 1 fev. 2021.



## **Alternativas para redução de sais de cura sintéticos em produtos cárneos utilizando ingredientes de cura à base de vegetais**

**Gabriela Cristina da Cruz Silva<sup>1</sup>; Monalisa Pereira Dutra Andrade<sup>2</sup>**

**Resumo:** Nitrato e nitrito são conhecidos como sais de cura e são os principais aditivos utilizados na indústria de produtos cárneos. Sua importância está associada ao desenvolvimento de propriedades específicas como sabor característico, cor rosada, estabilidade oxidativa e segurança microbiológica dos produtos cárneos curados. No entanto, o uso de nitrato e nitrito em produtos cárneos curados está relacionado a efeitos tóxicos e envolvimento na formação de compostos cancerígenos como a classe das N-nitrosaminas. Diante desse risco potencial, os consumidores têm demonstrado preferência por alimentos com aditivos mínimos ou com aditivos sem nomes atrelados a compostos químicos, que recentemente se tornaram conhecidos como produtos “*clean label*”, o que significa rótulo limpo. Isso resultou em mudanças na formulação dos produtos cárneos curados, sendo os ingredientes de cura convencionais substituídos por produtos vegetais que contêm naturalmente ingredientes de cura. Os produtos cárneos curados naturalmente ou produtos rotulados como não curados pela adição direta de nitrito de sódio, mas pela adição de produtos que contêm uma fonte natural de nitrato estão chamando atenção de consumidores que buscam por alimentos com rótulo limpo. O objetivo desta revisão é apresentar a importância dos sais de cura para os produtos cárneos e mostrar as alternativas para redução desses sais de cura sintéticos utilizando ingredientes de cura à base de vegetais.

**Palavras-chave:** Nitrato. Nitrito. Segurança alimentar.

### **Introdução**

A carne é um componente valioso em uma dieta bem equilibrada devido ao seu valor nutricional (1). No entanto, a carne possui natureza perecível e diversas técnicas de conservação têm sido amplamente utilizadas para oferecer produtos cárneos estáveis aos consumidores (2).

O nitrito é um aditivo essencial utilizado para a cura da carne pois confere a cor rosada e o sabor característico desses produtos. Além disso, atua prevenindo a oxidação lipídica e inibindo o crescimento de bactérias deteriorantes e patogênicas, incluindo *Clostridium botulinum* e *Listeria monocytogenes*. Esse sal de cura utilizado em produtos cárneos pode ser oriundo de fontes sintéticas

---

<sup>1</sup>Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>2</sup> Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri





ou naturais. Quando são de origem sintética (nitrito de sódio e o nitrito de potássio) são mais utilizados na indústria de carnes por serem mais baratos e fáceis de aplicar (3).

No entanto, existem estudos que apontam a ingestão excessiva de sais de cura como desencadeadora de problemas de saúde como cianose enterogênica, dispneia expiratória, dor abdominal e principalmente carcinogenicidade associada à formação de N-nitrosaminas e, portanto, a dosagem de nitrito e nitrato é estritamente limitada para prevenir seu risco potencial (4).

Os produtos alternativos à carne curada de forma sintética representam um setor pequeno, crescente e significativo da indústria da carne. Eles utilizam novos ingredientes para criar produtos cárneos que imitam os tradicionalmente curados (de forma sintética). Fontes vegetais são bastante estudadas como ingredientes de cura de carnes e suas características de segurança alimentar são semelhantes ou muitas vezes iguais às encontradas nos produtos cárneos tradicionalmente curados. Esses produtos não apenas atendem aos requisitos de rotulagem desejados pelos consumidores, sendo descritos como naturais e orgânicos, mas também permitem a expansão para uma área mais nova de interesses como os produtos de rótulos limpos (5).

O objetivo desta revisão é apresentar a importância dos sais de cura para os produtos cárneos e mostrar as alternativas para redução de sais de cura sintéticos em produtos cárneos utilizando ingredientes de cura à base de vegetais.

## **Metodologia**

As bases de dados científicas utilizadas nesta revisão foram *ScienceDirect* (Elsevier), *Scopus* (Elsevier) e *Web of Science*. As palavras-chaves foram selecionadas a partir dos dois objetivos do estudo proposto: a importância da utilização de nitrito e nitrato em produtos cárneos e a utilização de vegetais como substitutos de nitrito e nitrato sintéticos em produtos cárneos. Sendo utilizada a seguinte fórmula de busca: “*nitrite and nitrate in meat products*”, “*cured meat*”, “*nitrite cured meat*”, “*vegetables cured meat*” e “*vegetables substitutes for nitrite in meat*” A partir dos resultados encontrados em cada base de dados, foram selecionados artigos científicos publicados nos últimos 20 anos, ou seja, do ano de 2002 ao ano de 2022.

## **Sais de cura (Nitrito e Nitrato)**

Quando o nitrato é adicionado às formulações de produtos cárneos, ele é reduzido a nitrito pelas enzimas redutases de nitrato microbiano. Tanto a microbiota natural do produto cárneo curado



quanto as culturas iniciadoras (*starter*) podem exibir essa capacidade de redução do nitrato em nitrito em condições anaeróbicas. Posteriormente, o nitrito é reduzido a óxido nítrico (NO) pelas redutases de nitrito bacteriano ou pela interação com a mioglobina em condições anaeróbicas e ácidas. A complexa interação de nitrato e derivados de nitrito com a mioglobina, a microbiota e outros compostos eventualmente utilizados competindo pelas mesmas reações, resultam em vários conjuntos químicos, como ácido nitroso, ácido nítrico, trióxido de dinitrogênio, entre outros, que são instáveis e com vida curta, mas que pode contribuir para a inibição dos patógenos (6).

A química do nitrito na carne curada é uma mistura extremamente complexa de reações químicas interativas envolvendo vários reagentes diferentes. O nitrito é um composto altamente reativo que pode funcionar como agente oxidante, redutor ou nitrosilante, e pode ser convertido em uma variedade de compostos relacionados na carne, incluindo ácido nitroso, óxido nítrico e nitrato. Para uma melhor compreensão da química do nitrito, existem evidências que a formação de óxido nítrico (NO) a partir do nitrito é um pré-requisito necessário para a maioria das reações de cura da carne (7).

Os nitritos podem manter a carne com uma cor vermelha brilhante, que é uma característica desejada pelos consumidores. Óxido nítrico (NO) proveniente do nitrito reage com a deoximioglobina na carne para formar a nitrosomioglobina (NO-mioglobina) termoestável, que por aquecimento é convertida em nitrosohemocromo, um pigmento rosa estável típico dos produtos cárneos curados cozidos (3).

Os efeitos do nitrito nos produtos cárneos curados são estudados há muitos anos e podem ser resumidos como: formação da cor vermelha característica; inibição do crescimento de bactérias patogênicas e deteriorantes; contribuição para o desenvolvimento do sabor típico da carne curada e retardar o ranço oxidativo. O nitrito tem sido tradicionalmente utilizado para a conservação de produtos cárneos, principalmente, devido à sua ação antimicrobiana eficaz contra células vegetativas e germinação de esporos de *Clostridium botulinum* em produtos cárneos embalados a vácuo (8).

O *Clostridium botulinum* é uma bactéria anaeróbica esporulada que merece atenção especial na indústria alimentícia devido à sua alta patogenicidade. Por se originar no solo, seus endósporos podem atingir facilmente os produtos alimentícios e, em condições favoráveis, como ambientes anaeróbios e pH maior que 4,5 (características dos produtos cárneos cozidos) consegue germinar e produzir toxinas que promovem paralisia progressiva da musculatura e morte por parada respiratória



em humanos e animais. Seus endósporos são altamente resistentes ao calor, fato preocupante para a indústria alimentícia (9).

Apesar dos inúmeros efeitos benéficos da adição do nitrito aos produtos cárneos, sua segurança tem sido um tópico de debate desde a década de 1970, pois o nitrito pode reagir com aminas secundárias formando N-nitrosaminas, das quais muitas são potentes cancerígenas (10). Além disso, a absorção de nitrito excessivo pelo corpo humano afeta o funcionamento dos glóbulos vermelhos, de modo que o sangue não consegue transportar oxigênio, os lábios e as pontas dos dedos ficam azuis, comumente conhecido como doença do sangue azul, hipóxia grave no cérebro, e até mesmo pode ser causar insuficiência respiratória e morte (11).

Em função disso, diversos estudos têm sido realizados para encontrar substitutos para o nitrato e nitrito em produtos cárneos. No entanto, nenhuma das alternativas atualmente identificadas foi capaz de corresponder ao papel desses aditivos na formação de cor ou na ação bacteriostática em espécies patogênicas. O nitrito continua sendo um ingrediente único e essencial para as propriedades esperadas dos produtos cárneos curados pois produz um efeito antioxidante por quelação de íons metálicos, eliminação de radicais livres e formação de compostos nitroso e nitrosil com propriedades antioxidantes. Uma vez que os radicais livres e o ferro catalítico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) livre também promovem a oxidação de proteínas, há um interesse crescente nos efeitos antioxidantes do nitrito na oxidação de proteínas (12).

O nitrito atua contra a oxidação de lipídios e proteínas através de diferentes mecanismos como um agente de cura típico. O mecanismo inicial está associado à ligação do ferro heme para evitar a liberação do ferro catalítico. Para inibir a catálise, o nitrito também tem a capacidade de se ligar ao ferro heme e não heme. O último mecanismo abordado repetidamente consiste na estabilização dos lipídios contra a oxidação (13).

### **Legislação dos produtos cárneos curados**

A Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho (Regulamento 1333/2008/EC e Diretiva 2006/52/EC) restringe os níveis de nitrito de sódio na carne a um máximo de 50 a 180  $\text{mg.kg}^{-1}$ , com a quantidade residual em carne processada permanecendo abaixo de 100  $\text{mg.kg}^{-1}$  (14).

A regulamentação brasileira define as concentrações máximas de nitrato e nitrito de sódio e potássio em 300 e 150  $\text{mg.kg}^{-1}$  em vários tipos de produtos cárneos, respectivamente. Se esses aditivos forem usados simultaneamente, sua soma, expressa como nitrito de sódio residual, não deve



exceder o limite regulamentar mínimo de 150 mg kg<sup>-1</sup>. Além disso, as informações sobre o uso desses aditivos devem ser claramente declaradas na lista de ingredientes do rótulo do produto. No entanto, o uso de tais conservantes é restrito a algumas categorias de produtos cárneos e não é permitido o uso de conservantes para processar carnes frescas resfriadas e congeladas (15).

### **Alternativas para redução de sais de cura sintéticos em produtos cárneos utilizando ingredientes de cura à base de vegetais**

As fontes mais importantes de nitrato são vegetais e frutas. Vários fatores afetam o acúmulo de nitratos nas plantas. Geralmente, fatores como aplicações de fertilizantes, atividade da enzima nitrato redutase, taxa de crescimento e condições de crescimento, incluindo intensidade de luz, nível de chuva, afetam significativamente o conteúdo de nitrato em vegetais. Dentre todos os vegetais, a rúcula, a alface e o espinafre se destacam por apresentar alto teor de nitrato. Além destes, a beterraba e o aipo também são exemplos de vegetais que contêm uma quantidade significativa de nitratos. No entanto, é importante destacar que o conteúdo de nitratos em vegetais é fortemente influenciado pela sazonalidade e pelos sistemas de cultivo (16).

Uma das alternativas para substituir os sais de cura sintéticos nos produtos cárneos curados são os ingredientes de cura à base de vegetais. Entre alguns benefícios da adição de extratos vegetais está a capacidade de melhorar a qualidade e a vida útil dos produtos sem adicionar nitrato e nitrito sintéticos. O efeito antioxidante e sua ação semelhante aos aditivos de cura comerciais, torna os extratos vegetais uma opção potencialmente aplicável e mais saudável para a elaboração de produtos cárneos (17).

Vários processos de fabricação de produtos cárneos curados alternativos foram estabelecidos, mas todos oferecem vantagens e desvantagens específicas em suas respectivas aplicações. O uso direto de extratos vegetais como substitutos de nitrito também encontra aplicação na produção de embutidos crus.

#### **- Rabanete**

A adição de 1% de extrato de rabanete pode ser um potencial substituto do nitrito. No entanto, a incubação da matéria-prima da carne antes da etapa de aquecimento, necessária neste método de produção para o processo de redução microbiana, também está sujeita a considerações críticas quanto à segurança microbiológica (18).



#### -Aipo

O suco de aipo e o aipo em pó são frequentemente usados como fontes naturais de nitrato porque não conferem sabores estranhos aos produtos cárneos processados. O aipo em pó contém aproximadamente 3% de nitrato e é usado em conjunto com uma cultura bacteriana iniciadora que reduz o nitrato a nitrito durante o processo de fabricação, mantendo as propriedades dos produtos típicos de carne curada (19).

O aipo em pó tem sido usado como intensificador de sabor e fonte de redução de nitrato para produzir alguns embutidos fermentados desde a década de 1950. Quando o pó de aipo for utilizado no processo de cura, ele deve ser incubado para converter nitrato em nitrito antes do processo de aquecimento pela importância da formação de cor adequada (20).

No entanto, alguns autores relataram reação alérgica ao aipo mesmo após aquecimento por 76 minutos a 100°C. Portanto, o uso de aipo na alimentação precisa ser observado para pacientes alérgicos, devendo ser substituído por vegetais não alergênicos (21).

#### -Salsa

O pó de extrato de salsa é frequentemente usado em misturas de especiarias. Devido ao seu alto teor de nitrato é uma alternativa inovadora para a adição direta de nitrito na produção de produtos cárneos. Além disso, tem a vantagem de apresentar menor potencial alérgico em comparação ao extrato de aipo comumente utilizado (22).

#### -Acelga

Alguns autores mostraram que uma solução de extrato de acelga e culturas iniciadoras incubadas por 24 h pode ser usada para curar carne de porco e teve efeitos positivos no valor do índice de vermelho (a\*) e oxidação de gordura (23).

#### -Espinafre

O extrato de espinafre fermentado alcançou maior formação de cor em comparação com outras fontes naturais de nitrato estudadas em linguiças de porco cruas e cozidas. Além disso, observaram menores níveis de oxidação de gorduras e proteínas nos produtos curados naturalmente (24).





## Os ingredientes de cura à base de vegetais são realmente eficientes para reduzir os sais cura sintéticos em produtos cárneos?

O nitrito de origem natural é bastante utilizado como ingrediente de cura para substituir a adição direta do nitrito sintético. É importante destacar a necessidade de adicionar bactérias redutoras de nitrato para fermentar extratos vegetais e produzir nitrito pré-convertido a partir de nitrato (25).

De modo geral, as alternativas naturais propostas pela substituição do nitrito sintético pelos ingredientes de cura à base de vegetais não evitam a geração de N-nitrosaminas a partir do nitrito residual, embora existam estudos que indiquem teores de nitrito residual menores ou semelhantes em tratamentos com extratos naturais em comparação com amostras produzidas com nitrato/nitrito sintéticos (26). Nesse contexto, é relevante considerar a mitigação desse potencial risco à saúde.

Um estudo recente indicou que o uso de inulina na produção de embutidos curados a seco pode reduzir a formação de N-nitrosaminas in vivo (27). A redução da disponibilidade de substrato e a prevenção da ação de catalisadores (acidez estomacal e atividade bacteriana intestinal) foram apontados pelos autores como prováveis mecanismos para reduzir a formação de compostos nitrosos (28).

### Conclusão

O presente trabalho permitiu observar a importância tecnológica dos aditivos nitrato e nitrito no processamento de produtos cárneos curados. A utilização de alternativas para redução de sais de cura sintéticos em produtos cárneos utilizando ingredientes de cura à base de vegetais constituem uma prática bastante aplicada em diversos estudos nos últimos anos. É fato que existe o benefício relevante da possibilidade de obter produtos cárneos com rótulo limpo. No entanto, o risco de geração de N-nitrosaminas permanece porque o nitrito está presente no produto cárneo. De qualquer forma, o risco é baixo se a quantidade de nitrito adicionado for controlada e permanecer dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

### Referências Bibliográficas

1. PEREIRA, P. M. DE C. C.; VICENTE, A. F. DOS R. B. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 586–592, 1 mar. 2013.
2. TAORMINA, P. J. Meat and Poultry: Curing of Meat. **Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition**, p. 501–507, 2 abr. 2014.



3. JO, K. et al. Nitrite sources for cured meat products. **LWT**, v. 129, p. 109583, 1 jul. 2020.
4. DOU, B. et al. Development of an innovative nitrite sensing platform based on the construction of carbon-layer-coated In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> porous tubes. **Sensors and Actuators, B: Chemical**, v. 328, 1 fev. 2021.
5. SINDELAR, J. J. Curing | alternative methods for cured meat products in the United States. **Reference Module in Food Science**, 1 jan. 2022.
6. FRAQUEZA, M. J. et al. Microbiological hazards associated with salt and nitrite reduction in cured meat products: control strategies based on antimicrobial effect of natural ingredients and protective microbiota. **Current Opinion in Food Science**, v. 38, p. 32–39, abr. 2021.
7. SEBRANEK, J. G.; BACUS, J. N. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? **Meat Science**, v. 77, n. 1, p. 136–147, 1 set. 2007.
8. MAJOU, D.; CHRISTIEANS, S. Mechanisms of the bactericidal effects of nitrate and nitrite in cured meats. **Meat Science**, v. 145, p. 273–284, 1 nov. 2018.
9. MARCO, A.; NAVARRO, J. L.; FLORES, M. The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. **Meat Science**, v. 73, n. 4, p. 660–673, ago. 2006.
10. NIKLAS, A. A. et al. The occurrence of volatile and non-volatile N-nitrosamines in cured meat products from the Danish market. **Food Chemistry**, v. 378, p. 132046, 1 jun. 2022.
11. GAN, L. et al. Exploration of pH-responsive carbon dots for detecting nitrite and ascorbic acid. **Applied Surface Science**, v. 530, 15 nov. 2020.
12. FENG, X. et al. Influence of sodium nitrite on protein oxidation and nitrosation of sausages subjected to processing and storage. **Meat Science**, v. 116, p. 260–267, jun. 2016.
13. WEISS, J. et al. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 196–213, set. 2010.
14. TAWEEKARN, T. et al. Griess-doped polyvinyl alcohol thin film for on-site simultaneous sample preparation and nitrite determination of processed meat products. **Food Chemistry**, v. 389, p. 133085, 30 set. 2022.



15. BIANCO JUNIOR, A.; DAGUER, H.; KINDLEIN, L. Baseline sodium nitrate and nitrite concentrations in fresh and processed meats. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 105, p. 104227, jan. 2022.
16. KARWOWSKA, M.; KONONIUK, A. Nitrates/Nitrites in Food - Risk for Nitrosative Stress and Benefits. **Antioxidants 2020, Vol. 9, Page 241**, v. 9, n. 3, p. 241, mar. 2020.
17. KAWSKI, V. L. et al. Sensory and physicochemical characteristics of salamis added with vegetable-based curing ingredients. **Ciência Rural**, v. 47, n. 8, p. 8, jul. 2017.
18. OZAKI, M. M. et al. Beetroot and radish powders as natural nitrite source for fermented dry sausages. **Meat Science**, v. 171, 1 jan. 2021.
19. ALAHAKOON, A. U. et al. Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 1, p. 37–49, set. 2015.
20. SEBRANEK, J. G. et al. Beyond celery and starter culture: advances in natural/organic curing processes in the United States. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 267–273, nov. 2012.
21. BALLMER-WEBER, B. K. et al. Influence of food processing on the allergenicity of celery: DBPCFC with celery spice and cooked celery in patients with celery allergy. **Allergy**, v. 57, n. 3, p. 228–235, 2002.
22. RIEL, G. et al. Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages – Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects. **Meat Science**, v. 131, p. 166–175, 1 set. 2017.
23. KIM, T. K. et al. Effects of natural nitrite source from Swiss chard on quality characteristics of cured pork loin. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, n. 12, p. 1933–1941, 2019.
24. HWANG, K. E. et al. Effect of natural pre-converted nitrite sources on color development in raw and cooked pork sausage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 8, p. 1358–1365, 1 ago. 2018.
25. RODRÍGUEZ-DAZA, M. C.; RESTREPO-MOLINA, D. A.; ARIAS-ZABALA, M. E. Obtaining nitrite from vegetables sources by fermentative process using nitrate-reducing bacteria sthaphylococcus carnosus and s. Xylosus. **DYNA (Colombia)**, v. 86, n. 210, p. 254–261, 1 jul. 2019.



26. JEONG, J. Y. et al. Effect of using vegetable powders as nitrite/nitrate sources on the physicochemical characteristics of cooked pork products. **Food Science of Animal Resources**, v. 40, n. 5, p. 831–843, 1 set. 2020.
27. THOGERSEN, R. et al. Inulin-fortification of a processed meat product attenuates formation of nitroso compounds in the gut of healthy rats. **Food Chemistry**, v. 302, p. 125339, 1 jan. 2020.
28. MUNEKATA, P. E. et al. Cruciferous vegetables as sources of nitrate in meat products. **Current Opinion in Food Science**, v. 38, p. 1–7, abr. 2021.



## **Análises Térmicas em Óleos Vegetais submetidos ao Processo de Fritura**

**Marlene Gomes Pereira<sup>1\*</sup>; Aline Fernandes de Oliveira<sup>1</sup>; Cristian Berto da Silveira<sup>1</sup>**

**Resumo:** A crescente utilização de óleos comestíveis para a preparação de produtos fritos reforça a necessidade de controles mais rigorosos sobre a estabilidade destes óleos, uma vez que o processo de aquecimento promove reações indesejáveis e que podem levar a produção de substâncias potencialmente tóxicas. A compreensão das mudanças que o óleo sofre durante a fritura, assim como o conhecimento do grau de alteração dos mesmos e o estabelecimento do momento em que deve ser descartado podem levar à otimização dos processos de fritura e à melhoria da qualidade dos alimentos fritos. A avaliação da alteração e a identificação dos compostos que são formados durante a fritura de alimentos é de grande importância e interesse, não só para pesquisadores, como também para consumidores, indústrias de alimentos e serviços de inspeção sanitária. No presente trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o uso de análises térmicas para a avaliação de óleos submetidos a altas temperaturas, como ocorre em processos de fritura. As técnicas de Análise Térmica Diferencial (DTA), Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC) e Análise Termogravimétrica (TG) mostraram-se adequadas para sinalizar a qualidade de óleos vegetais submetidos a alta temperatura, e, embora não substituam as análises físico-químicas convencionais, apresentaram boa correlação com estas e mostraram-se extremamente úteis em estudos de estabilidade de óleos vegetais submetidos ao processo de fritura. Nota-se que, apesar da grande aplicabilidade, as análises térmicas poderiam ser mais difundidas.

**Palavras-chave:** Análise térmica diferencial (DTA). Análise termogravimétrica (TG). Calorimetria diferencial exploratória (DSC). Estabilidade térmica. Fritura.

### **Introdução**

Óleos são substâncias de origem vegetal apolares e insolúveis em água, porém, solúveis em solventes orgânicos. São formados predominantemente por ésteres de triacilgliceróis, produtos resultantes da esterificação entre o glicerol e ácidos graxos (1).

A deterioração de óleos pode ocorrer por duas vias: a rancidez hidrolítica e a rancidez oxidativa. A rancidez hidrolítica pode se dar por via enzimática e não enzimática. A hidrólise enzimática ocorre pelas reações catalisadas pelas enzimas lipases, que hidrolisam os triacilgliceróis liberando ácidos graxos livres e glicerol, aumentando a acidez do meio (2). A hidrólise não enzimática

---

<sup>1</sup>Docente do Departamento de Engenharia de Pesca e Ciências Biológicas, UDESC.  
E-mail para a correspondência: marlene.pereira@udesc.br





ocorre através da presença de água, como ocorre nos processos de fritura em alta temperatura, produzindo também ácidos graxos livres (3).

As reações de oxidação as quais os ácidos graxos insaturados estão sujeitos, são favorecidas por aumento da temperatura, fator de aceleração da velocidade de reações químicas e enzimáticas, exposição à luz, oxigênio e presença de metais de dupla valência (4). A formação de compostos de odor e sabor desagradáveis decorrentes da oxidação dos lipídeos pode ocorrer por autooxidação, foto-oxidação, termoxidação e oxidação enzimática (4) e (5).

A autooxidação está associada à reação do oxigênio com as duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, e quanto maior o número de insaturações na cadeia hidrocarbonada, maior será a reatividade (2) e (4). Ocorre em três etapas: iniciação, propagação e terminação. Na etapa da iniciação, ocorre a formação dos radicais livres, que na propagação, prontamente susceptíveis ao ataque do oxigênio atmosférico, são transformados em outros radicais, resultando nos produtos primários de oxidação (peróxidos e hidroperóxidos). A quantidade de peróxidos e os produtos decorrentes da peroxidação, aumentam rapidamente nesta fase, resultando em um processo autocatalítico, tornando-se assim a etapa mais importante do processo (6). Peróxidos e hidroperóxidos, por uma série de reações paralelas, produzem compostos voláteis, aldeídos e cetonas (produtos secundários) que dão odor indesejável ao óleo (7). Na etapa de terminação os radicais se combinam, ocorrendo a formação dos produtos secundários de oxidação (produtos estáveis) obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos (epóxidos, compostos voláteis e não voláteis) e caracteriza-se por odores e sabores fortes, alterações da cor, da viscosidade e da composição do óleo (6).

A termoxidação consiste em submeter óleos ao processo de fritura sem a presença do alimento, a fim de estudar os compostos originados durante o estresse térmico. Neste processo as principais variáveis interferentes são a temperatura e o oxigênio provenientes do ar (8), onde tanto ácidos saturados quanto os insaturados sofrem reações de degradação hidrolíticas e termoxidativas, reduzindo a qualidade do óleo devido a formação de peróxidos, que se degradam em compostos voláteis e não voláteis. No início do aquecimento os voláteis são perdidos para o ambiente; já os não voláteis permanecem e se acumulam no meio de fritura, sendo absorvidos pelos alimentos, que tem sua composição inicial alterada, pois passam a conter frações do meio de fritura, o que interfere na sua qualidade nutricional (4), (9) e (10).

Óleos e gorduras aquecidos e altamente oxidados podem apresentar substâncias potencialmente tóxicas (11). Estudos com óleos aquecidos por longos períodos sob temperaturas



elevadas demonstraram que os produtos resultantes contêm mais de 50% de compostos polares, que são os produtos de degradação dos triglicerídeos (polímeros, dímeros, ácidos graxos oxidados, diglicerídeos e ácidos graxos livres). Os óleos com elevados teores de compostos polares provocaram severas irritações do trato gastrointestinal, diarreia, redução no crescimento e, em alguns casos, morte de animais em laboratório (12). Há evidências que animais de laboratório alimentados com óleos ou gorduras exaustivamente processadas em fritura, podem apresentar alterações metabólicas que resultam na perda de peso, supressão do crescimento, diminuição do tamanho do fígado e dos rins, má absorção de gordura, diminuição da taxa de dessaturação dos ácidos graxos linoleico e  $\alpha$ -linolênico, além do aumento da taxa de colesterol no fígado e fertilidade reduzida (13). Entre os principais riscos à saúde envolvidos no consumo dessas substâncias, pode-se citar a pré-disposição à aterosclerose e a ação mutagênica ou carcinogênica (14). Muitos dos produtos de degradação gerados a partir do processo de fritura de óleos vegetais são nocivos à saúde, pois destroem vitaminas, inibem enzimas e são potenciais causadores de mutações e irritações gastrointestinais (15).

Técnicas termo analíticas como a Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), a Análise Térmica Diferencial (DTA), a Calorimetria de Titulação Isotérmica (ITC) e a Análise Termogravimétrica (TGA) vem sendo pesquisadas a fim de avaliar o controle de qualidade de óleos vegetais, pois fornecem com rapidez, dados sobre a estabilidade do óleo perante seu comportamento térmico (16).

O crescente consumo de alimentos fritos e do caráter toxicológico que os óleos podem apresentar a partir dos processos de aquecimento e oxidação justificam este trabalho, que teve como objetivo apresentar resultados de estudos sobre o uso das análises térmicas na avaliação da qualidade de óleos vegetais submetidos ao processo de fritura.

## **Material e Métodos**

Foi realizada uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, com característica exploratória, com o objetivo de proporcionar uma visão geral acerca da aplicação de técnicas termo analíticas na avaliação da qualidade de óleos vegetais submetidos ao processo de fritura. Os dados foram coletados a partir de pesquisas nas bases de dados *Science Direct* e *Scopus* utilizando as palavras-chave *edible oil*, *thermooxidation*, *thermal analysis*, *differential scanning calorimetry*. Foram selecionados artigos científicos que utilizaram diferentes técnicas publicados no período de 2003 a 2022.



## Resultados e Discussão

Cuvelier, Lacoste e Courtois (2012) realizaram um estudo com o objetivo de desenvolver um modelo matemático genérico para calcular os níveis de compostos polares totais (CPT) em óleos utilizados para fritura em função da entalpia determinada por DSC e da composição de ácidos graxos. O método tradicional para a determinação de CPT em óleos é realizado por cromatografia, e apresenta uma série de desvantagens, como o longo tempo de análise (3,5 horas para uma amostra de óleo), alto consumo de solvente e falta de reprodutibilidade. A DSC se apresenta como um método alternativo, uma vez que detecta a cristalização do óleo durante o processo de fritura, bem como relaciona os parâmetros químicos da oxidação lipídica, e vem sendo utilizado em vários estudos sobre a estabilidade oxidativa de óleos vegetais. Esta técnica tem como princípio medir o fluxo de calor gerado pela amostra de óleo durante o resfriamento e aparecimento do tempo de cristalização de triglicerídeos. Os eventos térmicos são traduzidos em picos, onde pode ser medida a entalpia, o pico de temperatura, temperaturas *onset* e *offset*. Foram estudadas 27 amostras de óleos de colza e de girassol. Os óleos foram aquecidos e utilizados em fritura (altas temperaturas) durante muitas horas. Os CPT foram medidos pelo método tradicional e pela DSC. As conclusões do trabalho foram de que o método desenvolvido foi validado com sucesso para determinações rápidas dos compostos polares totais em óleos vegetais termoxidados, e que este método apresenta vantagens, como ser genérico, simples (poucas manipulações), ter resposta rápida, livre de solvente, e apresentar boa repetibilidade. DSC pode ser aplicada para óleos comumente utilizados na culinária doméstica ou de uso industrial que contenham menos de 18% de ácidos graxos saturados (17).

Um estudo desenvolvido por Lin *et al.* (2007) teve como objetivo identificar a geração de compostos potencialmente tóxicos e carcinogênicos gerados a partir de fritura de alimentos em óleo de soja, usando a técnica de TGA. Amostras de alho, cebola, gengibre, manjerição e pimentas foram adquiridas em supermercado local. O óleo de soja foi utilizado para fritura. A análise térmica foi realizada a partir das amostras obtidas por extração com solvente ou evaporação de amostras de temperos e ervas fritas. A geração de componentes de baixo peso molecular foi monitorada em função da temperatura superior a faixa de temperatura selecionada. Apenas pequenas amostras (0,5-2,0 mg) foram requeridas para obter dados detalhados sobre mudanças de fase ou composição usando essa análise. Mudanças de temperaturas e pesos durante períodos de perda de peso máximo e mínimo por evaporação, desidratação e cozimento foram determinados usando TGA, e o calor correspondente de reação atribuído a quebra da ligação e formação foi determinada usando DSC. O processo de fritura



foi simulado utilizando um evaporador rotativo convencional. Os alimentos foram inseridos em recipiente de vidro com capacidade para 100 mL e rotação de 40 rpm para simular um processo em panela *wok* ou frigideira. Os vegetais foram cortados em pedaços de 0,5 x 0,5 cm e 10-20 g foram inseridas no recipiente contendo 10-20 g de óleo de soja. Os frascos foram ‘varridos’ com nitrogênio por 5 minutos para remover outros gases e foram então aquecidos até a temperatura desejada por 5-10 minutos a uma taxa de aproximadamente 30 °C/min. Amostras foram coletadas da fase gás, da fase aquosa condensada e da fase óleo de soja antes, durante e após a fritura. O alho foi frito em óleo de soja sob nitrogênio. A temperatura foi mantida em 108 °C por aproximadamente 3 minutos. Os vapores foram coletados usando condensador. A coloração mudou gradualmente de branca para dourada (a 135 °C) e marrom e finalmente para marrom intenso (> 150 °C) ao final do período. Os resíduos sólidos foram removidos, lavados com n-hexano. Os sólidos foram então secos e pesados. A cebola foi frita em óleo de soja sob nitrogênio a temperatura inicial de 107 °C por, aproximadamente, 4 minutos. As alterações de cor foram monitoradas, assim como as temperaturas nas quais elas ocorreram. O tempo de fritura foi maior do que o do alho devido ao maior teor de umidade da cebola. As amostras de gengibre fresco foram fritas em óleo de soja sob nitrogênio a temperatura inicial de 108 °C por 4-5 minutos para remover a umidade. A massa de resíduo sólido derivada da fritura foi muito pequena e conseqüentemente, reteve pouco óleo; n-hexano foi usado para extrair o óleo, e então o resíduo foi seco. As curvas TGA do alho e do óleo de soja aquecido sob nitrogênio e ar apontaram que a perda de peso ocorreu em temperaturas superiores a 328 °C, sendo a taxa de perda de 0,0514%/°C. Reações de quebra ocorreram sob nitrogênio em temperaturas acima de 402 °C. Entretanto, quando a fritura ocorreu em atmosfera de ar a 1 atm, a temperatura para perda de peso foi reduzida para 265 °C (taxa de perda de 0,0217%/°C). O pico da taxa de perda de peso foi em 384 °C e novamente em 420 °C. Esses resultados sugerem que as reações de oxidação que geram compostos orgânicos voláteis de baixo peso molecular são mais extensivas em ar nessa faixa de temperatura. A temperatura que é comumente utilizada para fritar alimentos é 200 °C. Dessa forma, os resultados obtidos pela análise termogravimétrica suportam a prática comum de controlar cuidadosamente as temperaturas de fritura, mantendo-as abaixo de 265 °C, visando manter a estabilidade do óleo. O óleo de soja não emitiu quantidades significantes de compostos orgânicos voláteis em temperaturas menores de 328 °C sob nitrogênio e abaixo de 265 °C sob ar sintético. Considerando a temperatura de 150 °C como geral em processos de fritura, a perda de peso por evaporação ou formação de compostos orgânicos voláteis no óleo de soja foi de somente 0,10%





durante a simulação realizada sob nitrogênio por 5 minutos. Em relação aos resultados dos compostos orgânicos voláteis leves nas amostras submetidas a fritura em óleo de soja, em todas as condições houve a produção de óxido de etileno e acetaldeído. Como conclusão, potencial quantidade de compostos tóxicos (tanto óxido de etileno como o acetaldeído) são formados durante o processo de fritura do óleo de soja e essas quantidades são afetadas pelo tipo de vegetal, quando alho, cebola, gengibre e manjerição são fritos em temperatura de 130 a 200 °C. Dessa forma, representam um perigo para pessoas que trabalham com essas atividades em espaços confinados e/ou com pouca ventilação. As concentrações desses compostos no óleo e na fase vapor sugerem que o óxido de etileno foi formado primeiro e por último o acetaldeído foi formado pela isomerização do óxido de etileno. Este estudo aponta evidências de que o aumento do risco de câncer de pulmão em mulheres Taiwanenses que trabalham com fritura pode ser atribuído a emissão de níveis de óxido de etileno gerados no óleo, ervas e temperos durante a fritura (18).

Vittadini *et al.* (2003) utilizaram a DSC para avaliar a autooxidação a 50 °C e a termoxidação do azeite de oliva a 93-180 °C. A estabilidade oxidativa do azeite de oliva por autooxidação foi estudada a 50 °C durante 1, 3, 6, 9, 14, e 28 dias. A estabilidade acelerada foi estudada a 93 °C durante 2, 4, 8, 12, 24, 72, 144, e 216 horas. A estabilidade oxidativa do azeite em condições de fritura foi estudada a 180 °C durante 0,25, 0,5, 1, 1,5, 2, 4, 8, 12, 24, 72, 144, e 216 horas. Todas as amostras foram resfriadas até a temperatura ambiente durante 30 minutos depois do tratamento térmico, e em seguida foram imediatamente analisadas ou colocadas no congelador a -20 °C até o momento da análise. Para avaliar a viabilidade do uso de DSC para quantificar os efeitos da autooxidação dos óleos a várias temperaturas, o azeite de oliva termicamente tratado também foi submetido a métodos de análises químicas tradicionais. Os termogramas indicam que os processos oxidativos foram mais rápidos no óleo submetido ao tratamento a 180 °C. Concluiu-se através deste estudo que o DSC pode ser utilizado como uma ferramenta analítica para determinar a estabilidade oxidativa de azeite de oliva, e espera-se que um comportamento semelhante seja demonstrado em outros óleos vegetais submetidos a oxidação térmica (180 °C). O método DSC tem muitas vantagens em relação aos métodos químicos, como tempo de experimento curto, pequeno tamanho da amostra, sem uso de solventes, simplicidade para operar e boa reprodutibilidade (19).

Nzikou *et al.* (2009) avaliaram a qualidade do óleo de soja (SO) e da mistura de óleo de soja:palma (6:4) (MO), utilizados para fritar bolinhos a 180 °C durante 12 horas. O objetivo foi de descobrir a deterioração dos dois óleos em relação ao tempo nessa condição. A cada 10 L de óleo





foram misturados o óleo de soja e o de palma na proporção de 6:4 (v.v<sup>-1</sup>). Uma série de testes foi utilizada para fritar os bolinhos (4 cm de diâmetro). Para cada ensaio, 300 g de massa de bolinho foram fritas em 5 L de óleo a uma temperatura de 120 °C. Os bolinhos foram fritos em 10 min. Uma amostra de óleo de cada fritura foi recolhida em 0-12 dias. O óleo foi recolhido antes do início da fritura e após o uso, sendo possível dessa forma acompanhar a evolução térmica e oxidativa para os dois óleos estudados. O tempo total de fritura foi de 1 h. dia<sup>-1</sup>. Este estudo demonstrou que a mistura de óleo de soja com óleo de palma (6:4) teve reduzida sua estabilidade oxidativa e térmica durante a fritura a 180 °C (20).

Um estudo conduzido por Reda (2011) avaliou a estabilidade térmica dos seguintes antioxidantes: ácidos ascórbico, sórbico, cítrico e fítico, eritorbato de sódio, BHA (butil-hidroxi-quinona), BHT (butil-hidroxi-tolueno), TBHQ (terc-butil-hidroquinona), PG (propilgalato) e SAIB (sacarose isobutirato de etila) em óleos vegetais aquecidos. Foram utilizadas as técnicas de TG e DSC. A análise da curva de DSC mostrou que o ácido cítrico muda a sua composição em cerca de 160 °C, caracterizado por um forte pico endotérmico nessa temperatura. Ao mesmo tempo, na curva TG ocorreu um início de perda de peso em torno de 160 °C, culminando em cerca de 220 °C. Os dois picos revelados pela curva DSC referem-se a uma alteração no estado físico, o que indica um processo de decomposição. Isto demonstra que o ácido fítico não é adequado como antioxidante em óleos vegetais utilizados em processo de fritura, uma vez que se decompõe em temperaturas inferiores a 180-200 °C. Na curva TG/DSC do BHA observou-se que a decomposição do antioxidante começou em cerca de 120 °C. A curva de DSC mostrou um pico endotérmico evidente em cerca de 60 °C e é volátil na faixa de temperatura de 100-240 °C. Pelos resultados obtidos, o BHA não fornece a proteção adequada para óleos vegetais nos processos de fritura (180-200 °C). O comportamento térmico do antioxidante BHT indica que sua decomposição começa em cerca de 120 °C. A curva de DSC mostrou um pico endotérmico em cerca de 70 °C, o que corresponde ao seu ponto de fusão. Portanto o BHT não é um antioxidante adequado para ser utilizado em óleos vegetais submetidos ao processo de fritura. Em relação ao eritorbato de sódio, as mudanças foram observadas a 170 °C e 340 °C. Este antioxidante não mantém sua estrutura intacta na faixa de 170-200 °C. A curva TG/DSC do propilgalato indicou um pico endotérmico em 150 °C (o que corresponde ao seu ponto de fusão) e um pico exotérmico a aproximadamente 350 °C, referente à sua oxidação. O propilgalato é estável até 220 °C, sendo por isso indicado como antioxidante em óleos vegetais submetidos ao processo de fritura. Na curva TG/DSC do ácido sórbico a temperatura de decomposição deste antioxidante está



entre 140 °C (ponto de fusão) e 200 °C, temperatura onde existe uma sobreposição entre as curvas de DSC e TG, o que indica que o composto começa a sua fusão e decomposição simultaneamente. Para o ácido ascórbico, sua temperatura de fusão e decomposição começa em cerca de 190 °C. A curva DSC para a sacarose isobutirato de etila (SAIB) apresentou um ponto de inflexão em cerca de 90 °C e outro em torno de 150 °C. A análise da curva de TG mostrou que o composto tem uma única perda de massa que se inicia a 248 °C e termina a 340 °C. A curva TG/DSC do TBHQ mostrou que a decomposição do antioxidante inicia a 120 °C com total decomposição a 210 °C. O ácido cítrico, BHA, BHT, TBHQ, eritorbato de sódio e o ácido sórbico se decompõem ou iniciam a sua decomposição em temperaturas abaixo de 180 °C, ofertando pouca proteção para óleos vegetais aquecidos. O ácido fítico e o ácido ascórbico são mais fortes, começam a se decompor entre 180 e 200 °C. Os antioxidantes que apresentaram melhores níveis de resistência foram SAIB e PG, que começaram a sua decomposição a temperaturas acima de 200 °C e 220 °C, respectivamente (21).

Dodoo *et al.* (2022) avaliaram a qualidade de óleos de coco (A), girassol (B) e soja (C) repetidamente aquecidos, utilizados para fritar inhame. A degradação dos óleos e a presença de produtos de oxidação primária foram avaliados com análise termogravimétrica (TGA). As curvas TGA indicaram que a estabilidade térmica dos óleos seguiu a tendência: (B) (217 °C) > (C) (187 °C) > (A) (158 °C), o que indica que óleos com alto grau de saturação são menos suscetíveis a mudanças térmicas durante a fritura (22).

Os resultados obtidos nestes trabalhos demonstram a eficiência dos métodos de análise térmica na avaliação da estabilidade de óleos submetidos ao processo de fritura bem como de aditivos com potencial antioxidante para aplicação nestes óleos.

## Conclusão

As técnicas termo analíticas utilizadas nesses trabalhos forneceram dados sobre a estabilidade térmica e a qualidade de óleos vegetais submetidos ao processo de fritura. No entanto, mais pesquisas são necessárias visando um melhor entendimento e correlação do comportamento térmico de óleos vegetais submetidos a alta temperatura com as técnicas analíticas convencionais.

## Referências Bibliográficas

1. NELSON, D. L.; COX, M. M.; LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.



2. MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998.
3. BERGER, K. G.; HAMILTON, R. J. Lipids and oxygen: is rancidity avoidable in practice. In: R. J. Hamilton. **Developments in Oils and Fats**. London: Chapman & Hall, p. 192-204, 1995.
4. OETTERER, M., REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006.
5. ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. Editora UFV, 3ª ed., 2004.
6. BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química de Alimentos**. São Paulo: Varela, 3ª ed., 2003.
7. FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2ª ed., 2002.
8. SHYAMALA, B. N. *et al.* Leafy vegetable extracts - antioxidant activity and effect on storage stability of heated oils. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 6, n. 2, p. 239-245, 2005.
9. ALMEIDA, D. T. *et al.* Revisão de literatura: aspectos gerais do processo de fritura de imersão. **Higiene Alimentar**, v. 20, n. 138, p. 42-47, 2006.
10. CELLA, R. C. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2002.
11. TYAGI, V. K.; VASISHTHA, A. K. Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 73, n. 4, p. 449-506, 1996.
12. BILLEK, G. Heated fats in the diet. In: PADLEY, F. B.; PODMORE, J. **The role of fats in**



**human nutrition.** Chichester: E. Horwood, cap. 12, p. 163-172, 1985.

13. EDER, K. The effects of a dietary oxidized oil on lipid metabolism in rats. **Lipids**, v. 34, p. 717-725, 1999.

14. KUBOW, S. Toxicity of dietary lipid peroxidation products. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, p. 67-71, 1990.

15. CLARK, W. L.; SERBIA, G. W. Safety aspects of frying fats and oils. **Food Technology**, v. 45, n. 2, p. 84-94, 1991.

16. WESOLOWSKI, M.; ERECINSKA. J. Thermal analysis in quality assessment of rapeseed oils. **Thermochimica Acta**, v. 323, p. 137-143, 1998.

17. CUVELIER, M. E.; LACOSTE, F.; COURTOIS, F. Application of a DSC model for the evaluation of TPC in termo-oxidized oils. **Food Control**, v. 28, p. 441-444, 2012.

18. LIN, J. S. *et al.* Emission of ethylene oxide during frying of foods in soybean oil. **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, p. 568-574, 2007.

19. VITTADINI, E. *et al.* DSC determination of thermally oxidized olive oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 80, p. 533-537, 2003.

20. NZIKOU, J. M. *et al.* Study of Oxidative and Thermal Stability of Vegetable Oils During Frying. **Research Journal of Applied Sciences**, v. 4, p. 94-100, 2009.

21. REDA, S. Y. Evaluation of antioxidants stability by thermal analysis and its protective effect in heated edible vegetable oil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 475-480, 2011.

22. DODOO, D. *et al.* Quality evaluation of different repeatedly heated vegetable oils for deep-frying of yam fries. **Measurement: Food**, v. 7, n. 100035, p. 1-14, 2022.



## **Avaliação dos riscos à saúde humana pela ingestão de peixes contendo metais**

**Marlene Gomes Pereira<sup>1</sup>; Aline Fernandes de Oliveira<sup>1</sup>; Cristian Berto da Silveira<sup>1\*</sup>**

**Resumo:** Os metais pesados têm a capacidade de se acumular na biota marinha. Dentre esses organismos, os peixes, que podem absorver tanto os metais essenciais como os não essenciais a partir da água e pela ingestão de alimento, retendo-os em seu tecido muscular, representam uma das principais fontes de ingestão de metais pelo homem. O potencial risco à saúde a partir do consumo de peixes contaminados por metais tem sido avaliado utilizando como ferramenta o quociente de risco (THQ) com base na concentração do metal no alimento, a taxa de ingestão e a dose oral de referência. O objetivo desta revisão de literatura foi apresentar os resultados de pesquisas conduzidas em diferentes países que utilizaram a metodologia do quociente de risco para estimar o risco à saúde humana relacionado a ingestão de peixes e derivados contaminados com metais pesados. Os estudos realizados em diferentes regiões e com distintas espécies de peixes e derivados identificaram valor do THQ de metais como o mercúrio, o arsênio e o cádmio superior a 1, indicando um risco potencial à saúde dos consumidores desses produtos. Outro aspecto importante é que o processamento como a salga e a secagem bem como o tipo de cozimento e preparo (uso de temperos) dos peixes podem interferir aumentando a concentração dos metais em relação ao produto *in natura* e afetando de forma negativa o consumidor final. O consumo a longo prazo de peixes e derivados contaminados com metais pesados pode resultar em riscos para a saúde humana. Para minimizar os riscos, alguns estudos indicam a necessidade de redução do consumo destes alimentos.

**Palavras-chave:** Consumo Pescado. Derivados de peixe. Quociente de risco (THQ). Segurança do alimento. Toxicidade.

### **Introdução**

Os ecossistemas oceânicos, especialmente os ambientes costeiros de transição, como praias, estuários, lagunas e lagoas costeiras, são a conexão direta entre os continentes e os oceanos (1), as quais proporcionam mudanças no fluxo de nutrientes e sedimentos, além de sustentar uma alta diversidade ecológica (2). Cabe destacar que, devido ao aumento demográfico, principalmente nas áreas costeiras, as regiões estuarinas sofrem uma elevada pressão antrópica e, conseqüentemente, um aporte considerável de efluentes não tratados (3). Em estuários contaminados, os compostos mais encontrados são os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), hidrocarbonetos alifáticos (HA),

---

<sup>1</sup>Docente do Departamento de Engenharia de Pesca e Ciências Biológicas, UDESC.  
E-mail para a correspondência: cristian.silveira@udesc.br





organoestânicos, pesticidas organoclorados (OC) e organofosforados (OF), bifenilos policlorados (PCBs), metais e uma diversa gama de contaminantes emergentes, tais como microplásticos, fármacos, hormônios, etc. (4).

Os peixes são considerados uma das principais fontes de proteína para a dieta humana (5), pois apresentam uma elevada concentração de macronutrientes (carboidratos, ácidos graxos, ácidos graxos poli-insaturados e vitaminas) e micronutrientes (ferro, cobre, zinco e selênio) (6), os quais são de grande importância para o desenvolvimento saudável do ser humano (7). Dentre os vários benefícios para a saúde, o peixe tem propriedades antioxidante, anti-inflamatória, cicatrizante (feridas), neuroprotetora, cardioprotetora e hepatoprotetora. As proteínas dos peixes, como as imunoglobinas, atuam como agentes de defesa contra infecções virais e bacterianas e previnem a desnutrição protéico-calórica. Além disso, os constituintes do óleo de peixe, como os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs), regulam várias vias de sinalização importantes (10).

Apesar dos benefícios nutricionais associados ao consumo de peixe, o risco potencial de exposição aos contaminantes químicos nele presente, devido ao comprometimento dos estuários com compostos potencialmente tóxicos (4), deve ser levado em consideração (8), pois representam uma das principais fontes de ingestão de metais para o homem via cadeia alimentar (9).

Alguns metais são essenciais para o sistema biológico e devem estar presentes em uma faixa de concentração específica. Por exemplo, ferro (Fe), cobalto (Co) e manganês (Mn) são necessários aos humanos em várias funções fisiológicas e bioquímicas. Muitos metais pesados se ligam ao enxofre presente nas enzimas, interrompendo assim sua função (11). Dependendo da concentração, o cobre pode afetar o funcionamento gastrointestinal, cardiovascular, hematológico, hepático, renal e o sistema nervoso central. O zinco, quando em elevadas concentrações, pode provocar vômitos, aperto no peito, náusea, excitação, inconsciência, coma e morte por edema pulmonar e dano hepático. Alta ingestão de ferro pode resultar em vômitos, diarreia, sangramento gastrointestinal, acidose metabólica, choque, hipotensão, taquicardia, colapso cardiovascular, déficits de coagulação, necrose hepática e possivelmente morte. O manganês pode causar disfunção dopaminérgica, alterações neuroquímicas, neurocomportamentais, neuroendócrinas e toxicidade cardiovascular (12) e (13).

Outros metais pesados como mercúrio (Hg), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr) e níquel (Ni) são tóxicos e podem provocar dermatite de contato, fibrose pulmonar, doenças cardiovasculares e renais bem como câncer de pulmão e nariz (11) (14) (15). A exposição ao arsênio (As), cádmio



(Cd), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb) também estão associadas a neurotoxicidade, câncer de bexiga, citogenotoxicidade e alterações genéticas das células (16).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão responsável por estabelecer os Limites Máximos Tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos para consumo humano. A resolução em vigor que dispõe sobre os LMT de metais em peixes é a Resolução RDC nº 487, de 26 de março de 2021, sendo esta complementada pela Instrução Normativa IN nº 88, de 26 de março de 2021 (17) (18). Em outros países, a *World Health Organization* (WHO), a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), a *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) e a *European Commission* (EC) são fontes importantes de informação acerca de limites máximos de metais em peixes, servindo de referência muitas vezes para as Agências Regulatórias de cada país.

Os perigos à saúde humana pelo consumo de peixes contaminados com metais acima dos padrões têm sido mensurados por estudos utilizando como ferramenta a avaliação de risco, desenvolvida por agências de proteção ambiental. A metodologia de estimativa do quociente de risco (*Target Hazard Quotient* - THQ) para avaliação de risco à saúde humana foi proposta inicialmente pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos na década de oitenta (19). A estimativa do quociente de risco tem como base do seu cálculo a concentração do metal no alimento, a taxa de ingestão e a dose oral de referência. O THQ que é associado ao risco em geral e não-carcinogênico pode ser calculado de acordo com a equação 1 (20):

$$THQ = \frac{EFr \times ED \times FIR \times C \times 10^{-3}}{RfD \times BW \times TA} \quad (1)$$

onde, EFr é a frequência a exposição (365 dias); ED é a duração da exposição/tempo médio vida (70 anos); FIR é a taxa de ingestão do peixe (g/pessoa/dia); C é a concentração dos metais ( $\mu\text{g/g}$ ); BW é o peso médio adulto (60 kg); TA é o tempo médio de exposição a não carcinógenos (365 dias/ano  $\times$  duração média da vida); RfD é a dose oral de referência (mg/kg/dia).

Valores de THQ superiores a 1 indicam um risco potencial à saúde dos consumidores (21); existe a chance de ocorrência de doenças não carcinogênicas quando da ingestão de peixe contaminado (22).

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo apresentar uma breve revisão sobre resultados de estudos que utilizaram como ferramenta o quociente de risco para apontar o potencial risco à saúde



humana relacionado ao consumo de peixes e derivados contaminados por diferentes metais em diferentes países.

## Material e Métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizadas buscas utilizando como descritores: *metal, fish, target hazard quotient, potential risks to human health*, nas bases de dados disponíveis no Portal de Periódicos Capes (<http://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br>), selecionando-se as referências que analisaram metais em peixes e derivados e que utilizaram para estimar o potencial risco à saúde humana proveniente do consumo das matrizes estudadas o conceito do quociente de risco (THQ). Devido ao grande número de publicações optou-se por avaliar as publicações mais recentes (principalmente período 2021-2022) e de um total de 338 artigos, em uma triagem final foram selecionados para esta breve revisão 6 trabalhos publicados em diferentes países, onde o resultado do THQ para algum dos metais estudados foi superior a 1.

## Resultados e Discussão

Um estudo conduzido por Silva *et al.* (2021) avaliou o teor de arsênio, mercúrio, cádmio e chumbo em 13 espécies de peixes comercializados em Salvador, Bahia, nordeste do Brasil e o risco à saúde humana associados ao consumo desses peixes usando o THQ como ferramenta. Os níveis desses metais em peixes são de grande interesse para a saúde pública devido à toxicidade desses elementos e a biomagnificação na cadeia alimentar. As concentrações de arsênio variaram de 0,01 a 1,85 mg.kg<sup>-1</sup>, de cádmio de 0,03 a 0,32 mg.kg<sup>-1</sup>, de chumbo < 0,01 a 0,10 mg.kg<sup>-1</sup> e de mercúrio de 0,001 a 1,85 mg.kg<sup>-1</sup>. As concentrações de arsênio foram maiores na grande maioria das espécies de peixes, seguidas pelo mercúrio, cádmio e chumbo. O resultado do THQ foi superior a 1 apenas para o mercúrio em *Seriola spp.* (1,82) e *Mycteroperca intertitialis* (1,77), indicando um risco potencial à saúde pelo consumo dessas espécies (24).

O trabalho desenvolvido por Nurulnadia *et al.* (2021), conduzido na Malásia (Kuala Terengganu), teve como objetivo identificar a concentração de metais em anchova (*Engrasicholina devisi*) fresca, em anchova salgada e seca, bem como calcular a ingestão diária estimada e o quociente de risco, a fim de identificar o potencial risco à saúde humana relacionado ao consumo destes produtos pela população local. A ingestão diária estimada é a dose média ingerida (µg/kg peso corpóreo) calculada multiplicando a respectiva concentração do metal (µg/g) e o consumo médio



diário (g/dia) dividido pelo peso corpóreo do consumidor (kg). O THQ foi calculado dividindo o valor da ingestão diária estimada pela dose oral de referência (RfD), estabelecida pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (21). As médias diárias de consumo e peso corpóreo foram obtidos usando questionários respondidos diretamente por 120 consumidores, onde 87 tinham idade de 20 a 29 anos. Foram determinadas as concentrações de cromo, manganês, ferro, cobalto, níquel, cobre, zinco, arsênio, cádmio e chumbo nas amostras. As amostras de anchova salgada e seca apresentaram aumento nas concentrações de cromo, cobalto, cobre, zinco, cádmio e chumbo quando comparadas as anchovas frescas. A concentração de arsênio excedeu o padrão definido pela legislação do país. A ingestão diária estimada da anchova salgada e seca foi de 0,0004 mg/kg/dia, a dose de referência de 0,0003 mg/kg/dia e o THQ foi maior que 1 (1,333), o que indica potencial risco à saúde humana. Os valores de ingestão diária estimados e o quociente de risco mostraram que os níveis de arsênio nas anchovas salgadas e secas podem representar riscos à saúde (21).

Um estudo no Golfo Pérsico conduzido por Naji, Khan e Hashemi (2016), avaliou a concentração de cádmio (Cd), cobre (Cu), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn) em amostras de cavala indiana (*Rastrelliger kanagurta*), barracuda pickhandle (*Sphyraena jello*), Tainha de Kluzinger's (*Liza klunzingeri*), atum-do-índico (*Thunnus tonggol*), bem como o potencial risco à saúde de adultos e crianças relacionado ao consumo destes peixes. As concentrações dos metais obtidas estavam abaixo dos limites legais. O resultado do quociente de risco (THQ) para o cádmio sugere que para evitar o risco potencial para a saúde das crianças o nível limite de exposição deve ser inferior a 3 refeições por semana destes alimentos. O índice de risco foi obtido a partir da soma de todos os THQ para cada metal e os valores (exceto para Pb) para as crianças foram maiores do que os dos adultos, sugerindo que as crianças podem sofrer um risco maior para a saúde consumindo estes peixes (23).

Em um estudo realizado por Kazemi *et al.* (2022), amostras de atum-do-índico (*Thunnus tonggol*) adquiridas em Bandar Abbas (Irã) foram submetidas aos seguintes tratamentos: fervura em água, fritura, cozimento à vapor, condimentado (temperos comuns) e mantido cru (sem cozimento e tempero). Cada amostra foi analisada em relação a concentração de mercúrio (Hg), arsênio (As), cromo (Cr), níquel (Ni) e chumbo (Pb). A avaliação do risco à saúde humana foi realizada utilizando o método do quociente de risco (THQ). Também foram estimados outros índices de avaliação de riscos à saúde, como o quociente de risco total (TTHQ) a partir da soma aritmética de cada valor de THQ para cada metal, a ingestão diária e semanal e o risco de câncer (CR). Os resultados mostraram





maior concentração de Hg ( $23,16 \pm 2,11$  mg/kg) e Cr ( $1,54 \pm 0,42$  mg/kg) na amostra temperada, de As ( $1,59 \pm 0,24$  mg/kg) na amostra frita, de Ni ( $0,21 \pm 0,01$  mg/kg) na amostra cozida à vapor e de Pb ( $0,34 \pm 0,02$  mg/kg) nas amostras cruas e temperadas. Os resultados mostraram que a concentração de metais excedeu os valores recomendados pela legislação do país e de outras organizações internacionais. O quociente de risco (THQ) foi maior do que 1 para mercúrio (maior valor obtido de 40,43 para as amostras temperadas) e arsênio (maior valor obtido de 13,02 para as amostras fritas) e menor do que 1 para os demais metais. Arsênio demonstrou risco de câncer em crianças ( $CR > 1 \times 10^{-4}$ ). Espécies de peixes marinhos no Golfo Pérsico apresentam alta contaminação por metais pesados que, sob diferentes processos de cozimento/preparo podem apresentar alterações significativas em suas concentrações e afetar negativamente os consumidores (22).

Pandion *et al.* (2022) investigaram a concentração de metais pesados (mercúrio, cromo, cádmio, chumbo, cobre e zinco) em quatro espécies de peixes (*E. suratensis*, *M. cephalus*, *C. chanos* e *L. calcarifer*) na Índia. Entre as quatro espécies estudadas, *Chanos Chanos* apresentou alta concentração de cádmio, chumbo e cromo. Alta concentração de mercúrio e cobre foi observada em *Lates calcarifer* e *Mugil cephalus*. O potencial risco à saúde (THQ) foi estimado e indicou que existe uma possível ameaça significativa para crianças devido à exposição ao mercúrio, pois o valor excedeu o limite máximo permitido ( $>$  que 1). Essa pesquisa foi essencial para fornecer dados eficientes para garantir a segurança dos moradores locais, bem como a dos consumidores (25).

Souza-Araújo *et al.* (2022) avaliaram a concentração de arsênio, mercúrio, chumbo e cádmio em 47 espécies de peixes da Amazônia, onde desse total 27 espécies são muito importantes pela comercialização e consumo intensos. As concentrações de arsênio foram maiores do que o estabelecido pela legislação em 63,8% das espécies examinadas ( $n = 30$ ). De uma forma geral o valor de THQ foi maior do que 1 em 25 das 27 espécies de importância comercial estudadas. O maior valor de THQ para arsênio (6,84) e chumbo (1,58) foi observado em *M. higmani*. O valor de THQ para chumbo foi maior que 1 em 8 espécies e 10 espécies apresentaram valores de THQ maior que 1 para mercúrio (*Rhizoprionodon lalandii* apresentou maior valor de 4,18 para mercúrio). Estes resultados indicam que essas espécies podem ser consideradas impróprias para o consumo humano, uma vez que os valores de THQ apontam risco à saúde pela ingestão de arsênio, mercúrio e chumbo. Os valores de THQ indicaram riscos potenciais à saúde se quantidades elevadas forem consumidas ao longo do tempo. O estudo conclui que indivíduos que consumirem continuamente peixes contaminados com





os elementos tóxicos determinados neste trabalho estarão sob maiores riscos de desenvolver câncer a longo prazo (26).

A exposição a vários metais pesados tem sido identificada como um risco para a saúde humana através do consumo de peixes e derivados contaminados. Os riscos para a saúde decorrentes da toxicidade de metais são muitos e incluem principalmente danos renais e esqueléticos, distúrbios neurológicos, desregulação endócrina, disfunção cardiovascular e efeito carcinogênico. Dessa forma, o conhecimento sobre as concentrações destas substâncias é fundamental para o entendimento da extensão e do impacto de sua transferência para humanos através da estimativa do quociente de risco. A regulamentação do consumo de peixes e derivados, a coleta de dados sobre as espécies consumidas e o grau de contaminação por metais são informações importantes para reduzir os riscos para a saúde pública.

## **Conclusão**

A metodologia de estimativa do quociente de risco (*Target Hazard Quotient* - THQ) vem sendo empregada em diversos estudos a fim de avaliar se existe algum risco à saúde humana a partir do consumo de peixes contaminados por metais. Os resultados indicam que o THQ é uma ferramenta simples e fundamental para sinalizar em que condições de contaminação a ingestão dos peixes passa a oferecer riscos à saúde e essas informações podem auxiliar as Áreas Regulatórias no entendimento da segurança dos limites existentes de contaminação por metais em peixes como para novas legislações bem como alertar os consumidores para espécies e regiões onde o consumo não é recomendado, prevenindo desta forma o aparecimento de doenças.

## **Referências Bibliográficas**

1. THURMAN, H. V.; TRUJILLO, A. P. **Introductory oceanography**. 10<sup>a</sup> ed. New Jersey, Pearson Prentice Hall, 2004.
2. BARLETTA, M.; DANTAS, D. V. **Environmental gradient**. In: **Kennish MJ Encyclopedia of estuaries**. Netherlands, Springer, 2016.
3. ZACCHI, F. L. **Respostas bioquímicas e moleculares em *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) coletadas em duas baías do Sul do Brasil**. 2013. 104 f. Dissertação (Mestrado em



Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

4. BOLS, C. N. *et al.* Ecotoxicology and innate immunity in fish. **Developmental and Comparative Immunology**, v. 25, p. 853-873, 2001.

5. CANDRA, Y. A. *et al.* Concentrations of metals in mantis shrimp *Harpinosquilla harpax* (de Haan, 1844) collected from the eastern region of Java Sea Indonesia, and potential risks to human health. **Regional Studies in Marine Science**, v. 26, n. 100507, p. 1-5, 2019.

6. ARULKUMAR, A.; PARAMASIVAM, S.; RAJARAM, R. Toxic heavy metals in commercially important food fishes collected from Palk Bay, Southern India. **Marine Pollution Bulletin**, v. 119, p. 454-459, 2017.

7. ELNABRIS, K. J.; MUZYED, S. K.; EL-ASHGAR, N. M. Heavy metal concentrations in some commercially important fishes and their contribution to heavy metals exposure in Palestinian people of Gaza Strip (Palestine). **Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences**, v. 13, p. 44-51, 2013.

8. USYDUS, Z. *et al.* Food of marine origin: Between benefits and potential risks. Part I. Canned fish on the Polish market . **Food Chemistry**, v. 111, n. 3, p. 556-563, 2008.

9. LIMA, D. P. *et al.* Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, p. 405-414, 2015.

10. CHEN, J. *et al.* A critical review on the health benefits of fish consumption and its bioactive constituents. **Food Chemistry**, v. 369, n. 130874, p. 1-9, 2022.

11. RENIERI, E. A. *et al.* Cadmium, lead and mercury in muscle tissue of gilthead seabream and seabass: risk evaluation for consumers. **Food and Chemical Toxicology**, v. 124, p. 439-449, 2019.

12. SINGH, J.; RAWAT, K. S.; KUMAR, A. Mobility of cadmium in sewage sludge applied soil and



its uptake by radish (*Raphanus sativus L.*) and spinach (*Spinacia oleracea L.*). **International Journal of Agriculture and Food Science Technology**, v. 4, n. 4, p. 291-296, 2013.

13. YADAV, K. K. *et al.* GIS-based evaluation of groundwater geochemistry and statistical determination fate of contaminants in shallow aquifers from different functional areas of Agra city, India: levels and spatial distributions. **RSC Advances**, v. 8, p. 15876-15889, 2018.

14. YADAV, K. K. *et al.* Bioremediation of heavy metals from contaminated sites using potential species: a review. **Indian Journal of Environmental Protection**, v. 37, p. 65-84, 2017.

15. RENIERI, E. A. *et al.* Cd, Pb and Hg biomonitoring in fish of the Mediterranean region and risk estimations on fish consumption. **Toxics**, v. 2, p. 417-442, 2014.

16. COBBINA, S. J. *et al.* Toxicity assessment due to sub-chronic exposure to individual and mixtures of four toxic heavy metals. **Journal of Hazardous Materials**, v. 294, n. 30, p. 109-120, 2015.

17. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n° 487 de 26 de março de 2021. Dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, publicado em 31 de março de 2021a.

18. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa IN n° 88 de 26 de março de 2021. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, publicado em 31 de março de 2021b.

19. USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Assessing human health risks from chemically contaminated, fish and shellfish**: a guidance manual. Washington, DC: US EPA Office of Marine and Estuarine Protection, 1989.

20. SHALINI, R. *et al.* Dietary intake of trace elements from commercially important fish and



shellfish of Thoothukudi along the southeast coast of India and implications for human health risk assessment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 173, n. 113020, p. 1-8, 2021.

21. NURULNADIA, M. Y. *et al.* Metal concentrations in fresh and salt-dried anchovy, *Engrasicholina devisi*, and estimation of target hazard quotient for consumers in Kuala Terengganu. **Regional Studies in Marine Science**, v. 41, p. 1-6, 2021.

22. KAZEMI, A. *et al.* Alterations and health risk assessment of the environmental concentration of heavy metals in the edible tissue of marine fish (*Thunnus tonggol*) consumed by different cooking methods. **Regional Studies in Marine Science**, v. 53, n. 102361, p. 1-10, 2022.

23. NAJI, A.; KHAN, F. R.; HASHEMI, S. H. Potential human health risk assessment of trace metals via the consumption of marine fish in Persian Gulf. **Marine Pollution Bulletin**, v. 109, p. 667-671, 2016.

24. SILVA, J. *et al.* Metal and metalloid concentrations in marine fish marketed in Salvador, BA, northeastern Brazil, and associated human health risks. **Regional Studies in Marine Science**, v. 43, n. 101716, p. 1-11, 2021.

25. PANDION, K. *et al.* Potential health risk caused by heavy metal associated with seafood consumption around coastal area. **Environmental Pollution**, v. 294, n. 118553, p. 1-11, 2022.

26. SOUZA-ARAÚJO, J. *et al.* Human risk assessment of toxic elements (As, Cd, Hg, Pb) in marine fish from the Amazon. **Chemosphere**, v. 301, n. 134575, p. 1-13, 2022.

### **Agradecimentos**

A Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC).



## Características e conservação de batatas: uma revisão

Renata Alves Costa<sup>1</sup>; Patrícia Cruz de Paula<sup>1</sup>; Tatiana Nunes Amaral<sup>2\*</sup>

**Resumo:** A batata (*Solanum tuberosum* L.) é nativa dos Andes, América do Sul, foi consumida há mais de 8.000 mil anos e introduzida na Europa por colonizadores em 1570 se tornando um importante alimento para a população, sendo então considerada uma das hortaliças mais consumidas no Brasil com grande importância neste cenário. Sua cultura alimentar é a terceira mais importante globalmente, tem grande impacto econômico e no combate contra a fome. Com expressivo valor nutricional, a batata é rica em carboidratos, contém grande fonte de proteínas e sais minerais. É fonte de vitamina C, vitaminas do complexo B, como a niacina e a tiamina principalmente. Caracteristicamente perecível, existe uma preocupação para sua conservação, evitando o desperdício e aumentando seu tempo de armazenamento. Uma das vertentes de métodos para a conservação da batata é a aplicação de operações para evitar o escurecimento enzimático causado pela enzima polifenoloxidase (PPO). Estas enzimas catalisam a oxidação de compostos fenólicos e atribuem um aspecto amarronzado às frutas e verduras, além disso, afetam também a textura e sabor. Objetivou-se com essa pesquisa discorrer sobre diferentes métodos a serem utilizados no processo de branqueamento para a conservação da batata e a inativação das enzimas evitando o escurecimento enzimático e aumentando seu tempo de armazenamento.

**Palavras-chave:** Branqueamento. Escurecimento enzimático. *Solanum tuberosum* L.

### Introdução

A batata tem impacto socioeconômico ocupando o segundo lugar dentre as hortaliças de maior importância no Brasil e é a terceira cultura alimentar mais destacada no mundo. Possui concentrações de proteínas e energia adequadas ao consumo humano, sendo uma boa fonte de vitamina C e vitaminas do complexo B. Além disso, é uma fonte razoável de ferro como fósforo e magnésio e ótima fonte de potássio, possui também um baixo teor de sódio, sendo indicada para dietas restritivas neste composto (1). A forma de armazenamento adequado da batata é de grande importância, pois elas não vão estar sujeitas a perdas. Além da possibilidade de contaminação microbiológica, a batata está susceptível ao escurecimento devido à ação da enzima polifenoloxidase (PPO). A enzima pode acarretar a incidência de problemas relacionado a cor e perdas nutricionais da batata. Para evitar os danos causados

---

<sup>1</sup>Discente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>2</sup>Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.  
E-mail para a correspondência: tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br





pela PPO podem ser aplicadas a acidificação e adição de antioxidantes (2). As etapas do processamento mínimo que incluem lavagem, seleção, sanitização, centrifugação e baixa temperatura de estocagem e comercialização, devem ser realizadas adequadamente para que os produtos apresentem o frescor esperado, mantenham seu valor nutricional e tenham uma vida de prateleira comercialmente viável (3).

A batata é considerada no planeta a terceira cultura alimentar mais importante e a primeira commodity não grão, sendo que na produção mundial supera cerca de 330 milhões de toneladas em uma área de 18 milhões de hectares. É estimado que diariamente mais de um bilhão de pessoas consomem batatas mundialmente. No Brasil, sua produção anual é de 3,5 milhões de toneladas em uma área de cerca de 130 mil hectares aproximadamente, sendo considerada a hortaliça mais importante no país, com grande parte comercializada in natura, sendo 10% destinados a indústrias, para batatas pré-fritas congeladas, chips e a batata palha (1). Na produção mundial se destacam a China, que produziu em torno de 96,13 milhões de toneladas no ano de 2014, Índia com 46,39 milhões de toneladas, Rússia com produção de 31,5 milhões de toneladas e a Ucrânia com 26,69 milhões de toneladas segundo dados do FAOSTAT (4).

É necessário entender as perdas e o desperdício de alimentos. A perda acontece durante o processo de plantação, na colheita, no armazenamento, no transporte, no solo mal preparado entre outros. Já os desperdícios ocorrem no descarte intencional, na compra de uma porção maior que a necessária, ao guarda em local não adequado, no preparo, entre outros, pois são alimentos de curta vida de prateleira. No Brasil em torno de 380 mil toneladas de batata são jogadas fora, pela produção fora de padrão e maus hábitos de consumo, tempo de processo entre produção e consumo e na má preparação do solo entre outros (5). Deve-se reduzir o desperdício de alimento, pois se torna uma forma sustentável de diminuir perdas de recursos naturais. Neste contexto o presente trabalho objetivou o levantamento de informações técnicas sobre a batata (*Solanum tuberosum L*) e estudos sobre a sua conservação pela aplicação de métodos para inativação enzimática.

## **Metodologia**

Revisão de literatura é a busca de informações sobre um determinado tema, resumindo através de estudos já existentes os conhecimentos sobre o tema escolhido, possui objetivo de analisar possibilidades presentes na literatura consultada para elaboração do



referencial teórico. Na revisão são utilizados para o levantamento das pesquisas fontes científicas (artigo, teses e dissertações), fontes com divulgação de ideias (sites, e revistas) e partir da análise do mesmo é possível elaborar estudos que contextualizam e validam o conteúdo pesquisado (6).

Na realização desse trabalho foi utilizada a revisão integrativa que permite através do levantamento bibliográfico a combinação de dados e a obtenção de resultados sobre um determinado tema, compreendendo de forma mais completa o tema abordado. Além disso, permite também que as informações sejam organizadas de maneira sistemática, ordenada e abrangente (7).

### **Origem e cultivo da batata no Brasil**

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma dicotiledônea pertencente à família Solanaceae do grupo Solanum. Nativa dos Andes, América do Sul, foi consumida há mais de 8.000 mil anos pela população nativa, no ano de 1570 foi introduzida pelos colonizadores na Europa e posteriormente por volta de 1620 foi levada para a América do Norte, se tornando então um alimento popular (1). Segundo a ABBA - Associação Brasileira de Batata (8) grupos de caçadores e coletores que viviam à margem do lago Titicaca, nos altiplanos entre o Peru e a Bolívia na Cordilheira dos Andes, através de gerações, domesticaram as plantas silvestres da batata, selecionando e melhorando essas plantas, e com essas práticas no decorrer dos anos resultou atualmente nas mais de cinco mil variedades existentes em toda zona andina.

A batata introduzida na Europa e em outros continentes, assim como no passado, é importante para combater a fome e deve ser priorizada com o crescimento exponencial da população, limitações de água e de terras fazem dela uma das melhores opções para combater a fome. No Brasil, a produção de batata é destinada ao mercado comum e ocorre em três safras anuais, a primeira safra é a batata das águas, ocorre entre os meses de agosto e dezembro seu plantio com colheita entre novembro e dezembro, a segunda batata das secas ocorre entre janeiro e março com colheita entre abril e julho e pôr fim a terceira conhecida como batata de inverno com plantio entre abril e julho e colheita entre julho e outubro (8). A flor da batata tem de 3-4 cm de diâmetro aproximadamente e possui cerca de 5 pétalas em forma de estrela, contém mais de 10 flores e a corola gamopétala, com colorações que variam de branca a rosa, vermelha, azul e roxa. (1).

A batateira apresenta caules aéreos, com parte superior geralmente oca e suas raízes originam-se na base desses caules ou hastes. O sistema radicular é delicado e superficial, com raízes de 40-50 cm de profundidade, podendo alcançar até 1,0 m de profundidade, suas folhas são compostas por folíolos laterais que podem variar sua coloração de acordo com cada espécie, possuindo tamanho, pilosidade e tonalidade de verde diferentes. Os frutos da batata podem medir de 2 a 3 cm de diâmetro, são bicolors do tipo baga, com coloração verde e podem possuir de 40 a 240 sementes por fruto (8). FAO (9) aponta que o plantio acontece com o cultivo de pequenos tubérculos saudáveis e puros, livres de doenças, e não por sementes sendo produzidas vegetativamente a partir de outras batatas. Os tubérculos são semeados em uma profundidade de 5 a 10 cm, preferencialmente em solos franco-argilosos e franco-arenosos, esse tipo de solo proporciona bom arejamento, boa drenagem e é rico em matéria orgânica. A EMBRAPA (1) afirma que a temperatura ótima para o cultivo varia entre 15°C e 22°C e de acordo com Da Silva e Lopes (10) é em torno de 18 °C a 22 °C.

Figura 1 - Batata *Solanum tuberosum* L



Fonte: Dos autores, 2022.

### **Aspectos nutricionais e físico-químicos**

O conhecimento da composição dos aspectos nutricionais e físico-químicos dos alimentos é de extrema importância para se consumir alimentos com segurança alimentar e nutricional. É através das tabelas de composição alimentar que se obtém o controle de qualidade dos alimentos e os nutrientes para ingestão da população (1). Em sua composição encontra-se principalmente o amido, além de ser composto por cerca de 80% de água. De grande importância nutricional, este possui em seus tubérculos 16% de água, 17% carboidratos, 2% proteínas, 0,3% açúcares redutores e 1,1% cinzas aproximadamente (11). Na casca a batata possui em torno de 1% a 2% de fibra e contém de 0,1% a 0,7% de açúcares simples como a glicose, frutose e a sacarose. Além disso, possui quantidade considerável de vitaminas de sais minerais que são essenciais para a nutrição humana (4).



Em relação aos aspectos nutricionais é possível encontrar na tabela Composição Alimentos da UNIFESP (12) os seguintes valores: valor energético com cerca de 58kcal e 253kJ; seguido de carboidratos 12,44g; proteínas 2,57; fibra alimentar 2,5g; cinzas 1,61g; cálcio 30mg, magnésio 23mg; manganês 0,602mg; fósforo 38mg; ferro 3,24mg; sódio 10mg; potássio 413mg; cobre 0,423; zinco 0,35mg; riboflavina 0,038mg, além de ser uma boa fonte de vitamina C com 11,4mg e de algumas vitaminas do complexo B, especialmente niacina 1,033mg e tiamina 0,021mg.

### **Características e danos pós-colheita**

A colheita da batata no Brasil ocorre de três a quatro meses após o plantio, quando ocorre secagem das ramas de forma natural ou antecipada através da aplicação de herbicida ou uso de desfolhante acelerando a secagem. A técnica de colheita varia de acordo com a área plantada. Em áreas menores ou mais acidentadas a colheita dos tubérculos feita de forma manual utilizando enxadas ou arado de aiveca. Nas áreas maiores são utilizadas arrancadoras que expõem e desfazem a leiras para catação manual ou mecanizada por meio de tratores que retiram e transferem os tubérculos do solo para o equipamento de transporte (1). Para um bom desenvolvimento da batata é necessário que seja feita corretamente o manejo do solo em relação à adubação. O solo deve ser revolvido com arações e gradagens e a abertura de sulcos para plantio dos tubérculos, os sulcos devem ter de profundidade 10-15 cm e distância de 70-90 cm (19).

A pós-colheita necessita que durante todo o processo a exposição dos tubérculos ao sol seja evitada para que não haja o esverdeamento e murchamento do produto. Esse processo ocorre pela síntese da clorofila decorrente da exposição à luz e da transformação de amiloplastos em cloroplastos, quando ocorre esse processo os aspectos visuais da batata são alterados levando a depreciação do produto e redução da comercialização. Além disso, provoca sabor amargo ao tubérculo devido a presença de glicoalcalóides como a solanina e a chaconina que correspondem 95% dos alcaloides totais. A forma que são armazenados influencia na qualidade do produto final que incluem adoçamento, taxas respiratórias, brotação e aparecimento de patógenos. (14; 15; 1). O transporte dos tubérculos é feito por caminhões com carrocerias abertas nas laterais proporcionando aeração do produto, em embalagens diversas como caixas, sacos ou granel. Seu armazenamento deve ser feito



ambientes frescos e ventilados, em casos de armazenamento refrigerado, câmaras frias, evitar temperaturas muito baixas para evitar o escurecimento do produto (1).

### **Escurecimento enzimático e tratamentos**

O escurecimento enzimático é a formação de pigmentos por enzimas e ocorre quando há ruptura das células em frutas e vegetais, como a maçã e a batata, esse tipo de reação acontece por meio da enzima polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) na presença de oxigênio em alimentos que são ricos em compostos fenólicos, deixa as frutas e vegetais com aspectos acastanhados, pois geram polímeros de coloração e reduzem os compostos antioxidantes dos alimentos (16). A peroxidase (POD) é uma enzima envolvida na defesa das células contra danos de radicais livres, como substrato possui o peróxido de hidrogênio e um doador de elétrons nas suas reações (17).

As polifenoloxidases (PFO) são enzimas pertencentes ao grupo das cuproproteínas e produzem os pigmentos escuros, pois catalisam a oxidação de compostos fenólicos a quinonas, sendo esse a principal causa da coloração marrom que é observada em frutas e vegetais (18). As reações enzimáticas têm papel importante nos alimentos formando compostos desejáveis, mas também ocorrem os processos desfavoráveis em alimentos in natura, mas também durante o processamento e armazenamento (19).

Melo (20) afirma que nos alimentos os compostos fenólicos são separados das enzimas, mas quando ocorre algum dano mecânico, corte, descascamento as enzimas entram em contato com os substratos e iniciam as reações de escurecimento. A temperatura e o pH são fatores que influenciam na atividade das enzimas, temperaturas elevadas desnaturam as enzimas e como cada enzima possui uma faixa de pH considerada ótima, quando ocorre variação do pH influencia também na atividade enzimática. Alguns produtores e as indústrias de alimentos utilizam desses métodos para inativar ou inibir a ação das enzimas com processos físicos ou químicos, através da redução do pH, adição de substâncias que vão inibir a ação das enzimas.

O branqueamento tem como principal objetivo inativar enzimas, como a enzima polifenoloxidase (PPO), que degradam ou deterioram nutrientes durante o processamento de alimentos (21). É um método que utiliza o calor ou variação de pH para inativar enzimas de frutas e vegetais, para a variação de pH utiliza o ácido cítrico para diminuir em duas ou mais unidades de pH (22). Para COSTA (23), o processo de branqueamento não é um método de





conservação em si e sim um pré-tratamento feito antes do congelamento, desidratação ou enlatamento aumentando a durabilidade e a qualidade sensorial.

Além do escurecimento, afeta também a cor, textura, aroma e sabor, eliminando o ar dos tecidos e evitando a oxidação, garante também eficiência energética, controle de temperatura, menor perda de substância solúvel em água, facilidade de limpeza e esterilização, apresenta mais firmeza ao alimento, reduz a carga microbiana superficial, e aumenta a qualidade e vida útil do vegetal (24).

De acordo com Souza (25), o método parte de duas técnicas, a vapor ou água quente. Durante o processo a vapor é utilizado esteira transportadora e/ou túnel com uma atmosfera a vapor. Em água quente é feito em temperaturas entre 70 e 100 °C por um tempo de 1 a 5 minutos, e pode ser realizado em branqueadores rotatórios e ou tubulares. (26). O tipo de fruta e vegetal, o tamanho em que foi cortado e o método de aquecimento influencia o tempo de branqueamento segundo SOUZA (27).

Os aditivos antioxidantes reduzem efeitos deletérios do processamento mínimo, agem como defesa exógena causada pela reação oxidativa e os mais conhecidos são os ácidos ascórbico (AA) que previne o escurecimento através da redução das o-quinonas a hidroquinonas incolores e na presença de O<sub>2</sub>, forma o radical de hidroascórbico (28) e a adição do ácido cítrico (AC), na indústria alimentícia é o principal acidulante utilizado, ele bloqueia a atividade da enzima através da ação quelante que possui e reduz o pH, além disso, utilizado em baixas concentrações é bastante aceito por consumidores sensorialmente (29).

Coutinho *et al.* (30) utilizaram três batatas higienizadas com água sanitária durante 15 minutos, as três batatas foram imersas em água fervente por 30 segundos, 1 minuto e 2 minutos respectivamente, posteriormente foram imersas em um banho com gelo, provocando o choque térmico e congeladas por sete dias. Ao final do processo foi possível observar que as batatas que estiveram por maior tempo imersas na água fervente obtiveram melhor resultado. Wanzeler (31) realizou o experimento com ácido cítrico com concentrações de 1,5% e 2,5%, com refrigeração por uma hora e trinta minutos para 150g de batata e para o branqueamento, utilizando a mesma quantidade de batatas foram imersas em água fervente por 5 minutos a 100 °C e depois imersas em água gelada por 5 minutos. As batatas branqueadas obtiveram bom resultando, demonstrando boa durabilidade, as que estiveram com concentração de 2,5% de ácido apresentaram melhor resultado e durabilidade. Andrade *et al.* (32) utilizou quatro batatas para serem submetidas ao branqueamento, uma



batata de controle, a segunda foi imersa em água fervente por dois minutos, a terceira foi imersa em solução de 2% de amido e milho e quarta em ácido cítrico 1%, após os processos foram resfriadas por seis dias. Ao final do experimento a batata que passou pelo procedimento de branqueamento obteve melhor aparência.

Outros métodos podem ser utilizados para a conservação como a utilização da cisteína e ácido ascórbico. A cisteína é um aminoácido com ação redutora e tem poder de inibição das enzimas que ocorrem de acordo com a concentração de cisteína/fenólico. Nesse processo pode ocorrer a conjugação de o-quinonas, redução das o-quinonas a compostos fenólicos ou pode ocorrer a reação com as o-quinonas formando compostos incolores. O ácido ascórbico age como redutor, além de contribuir de forma nutricional para o alimento, seus sais são antioxidantes e previnem o escurecimento. Além disso, também é utilizado o cloreto de cálcio que combinado com agentes antioxidantes, como o ácido ascórbico, consegue prevenir o escurecimento (33).

## Conclusão

Tendo em vista os aspectos estudados através da revisão bibliográfica o branqueamento é um método eficaz para ser aplicado em frutas e hortaliças. Quando aplicado corretamente, inativando as enzimas responsáveis pelo escurecimento. Ao observar os métodos apresentados, é possível concluir que as batatas imersas em água quente por dois minutos obtiveram melhor resultado inativando assim as enzimas.

## Referências Bibliográficas

1. EMBRAPA. Sistema de Produção da Batata. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo>>. Acesso em 10 jan. 2022.
2. MARTINEZ, M. V; WHITAKER, J. R. The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends in Food Science & Technology, v. 6, n. 6, p. 195-200, 1995.
3. GERALDINE, R. M. **Parâmetros tecnológicos para o processamento mínimo de alho (*Allium sativum* L.)**. 2000. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.
4. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 10 jan. 2022.
5. FAO. Food and agriculture data: production: crops. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 15 jan. 2022.
6. ALVES-MAZZOTTI, A. J. A “revisão bibliográfica” em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis – o retorno. In: BIANCHETTI, L.; MACHADO, A. M. N. (Org.). A



- bússula do escrever: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações. São Paulo: Cortez, 2002. p. 25-44
7. ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C. L. G. C. Revisão integrativa versus revisão sistemática. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9-12, 2014.
  8. ABBA. Associação Brasileira da Batata. Cadeia da Batata. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2022
  9. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. Disponível em: <<https://www.fao.org/potato-2008/en/potato/index.html>>. Acesso em 10 fev. 2022
  10. DA SILVA, G. O.; LOPES, C. A. Sistema de produção da batata. Embrapa Hortaliças-Sistema de Produção. 2016. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 10 jan. 2022.
  11. SABLANI, S. S.; MUJUMDAR, A. S. **Drying of Potato, Sweet Potato, and Other Roots**. Handbook of Industrial Drying 3rd Enhanced Edition, Ed. A.S. Mujumdar, Taylor & Francis, NY 2, p. 647-646, 2006.
  12. USP: Disciplinas apoio às disciplinas. Tabela Composição Alimentos - UNIFESP [Internet]. 2018. Disponível em: <<https://tabnut.dis.epm.br/alimento/11362/batata-crua-com-pele>>. Acesso em: 10 fev. 2022.
  13. NETO, J. F. B. Associação de produtos químicos e biológico no controle de meloidogyne javanica em cultivo de batata. 2019. 36 f. Dissertação (Mestrado 13 em Olericultura) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Morrinhos. 2019.
  14. GRIFFITHS, DW; DALE, MFB; BAIN, H. **The effect of cultivar, maturity and storage on photo-induced changes in the total glycoalkaloid and chlorophyll contents of potatoes (Solanum tuberosum L.)**. 1994. Plant Science, v.98, n.1, p.103-109.
  15. GRUNENFELDER, L; HILLER, LK; KNOWLES, NR. **Color indices for the assessment of chlorophyll development and greening of fresh market potatoes**. Postharvest Biology and Technology. 2006; v.40, n.1, p.73-81.
  16. NESPOLO, C. R. et al. **Práticas em tecnologia de alimentos**. Artmed Editora, 2015.
  17. BRITO, C. A. K. D. et al. **Características da atividade de peroxidases de abacaxis (Ananas comosus (L.) Merrill) da cultivar IAC gomo-de-mel w do clone IAC-1**. Ciência Tecnologia de Alimentos, v. 2, n. 25, p. 244-249, 2005.
  18. KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica dos alimentos teoria e aplicações práticas**. 2. Rio de Janeiro Guanabara Koogan 2019
  19. COSTA, A. S. Determinação da atividade enzimática e antioxidante de variedades comerciais de Ananas comosus e avaliação do efeito de tratamento térmico e do uso de aditivos químicos. 2011. Disponível em: <<http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1053>>. Acesso em: 13 jan. 2022
  20. MELO, M. A. Aplicação de métodos de inativação e inibição enzimática em frutas e hortaliça. 2015. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/12023>>. Acesso em: 13 jan. 2022.
  21. ESTELLES; R. S. **Importância do controle da temperatura e do tratamento térmico na preservação dos nutrientes e da qualidade dos alimentos**. 2003. 32 f.



Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos)-Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

22. ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos-Teoria e Prática**. Viçosa: UFV, 2008, 596p.

23. COSTA, A. S. Determinação da atividade enzimática e antioxidante de variedades comerciais de *Ananas comosus* e avaliação do efeito de tratamento térmico e do uso de aditivos químicos. 2011. Disponível em: <<http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1053>>. Acesso em: 13 jan. 2022.

24. PEREDA, J. A. O.; RODRIGUES, M. I. C.; ÁLVAREZ, L.F.; et al.; **Tecnologia de alimentos – Componentes e processos**; Porto Alegre: Artmed, 2005. v.1.

25. SOUZA, K. Aula 13, Branqueamento. 2011. Disponível em <<http://www3.ifrn.edu.br/~katiasouza/wp-content/uploads/2011/07/Aula-13-Branqueamento.pdf>>: Acesso em: 13 jan 2022.

26. VASCONCELOS, M. A. S.; FILHO, A. B. M. Conservação de alimentos. 2010. Disponível em: <[http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo\\_prod\\_alim/tec\\_alim/181012\\_con\\_alim.pdf](http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prod_alim/tec_alim/181012_con_alim.pdf)>. Acesso em: 17 jan. 2022.

27. SOUZA, K. Aula 13, Branqueamento. 2011. Disponível em <<http://www3.ifrn.edu.br/~katiasouza/wp-content/uploads/2011/07/Aula-13-Branqueamento.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

28. MCEVILY, A. J.; IYENGAR, R.; OTWELL, W. S. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 32, n. 3, p. 253-273, 1992. ISSN 1040-8398.

29. CORDEIRO, I. N. F. **Soluções Antioxidantes e Tratamento Térmico na Qualidade de Batata-Doce Minimamente Processada**. 2018. 53f. Dissertação. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018.

30. COUTINHO, C. F. M; ESTEVAM, L. E. S; JANGUAS, L. M.; et al. **Tempo de tratamento térmico na inibição do escurecimento enzimático de batatas**. In Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre (Vol. 2, No. 9). 2018

31. WANZELER, É. W. Comparação entre métodos de conservação de batata inglesa e doce minimamente processadas. 2021. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.org/articles/201102317.pdf>>. Acesso em: 10 jan.2022.

32. ANDRADE, P. M. L., et al. Métodos de controle de escurecimento enzimático em batata (*Solanum tuberosum*). p. 1-388–416. 2020. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/32870>>. Acesso: em 12 fev. 2022.

33. MELO, Anderson Adriano Martins; VILAS BOAS, Eduardo Valério de Barros. Inibição do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 110-115, 2006.





## Coacervação complexa: mecanismo e aplicações na encapsulação de alimentos

Hugo José Martins Carvalho<sup>1\*</sup>; Maria Cecília Mendes Cardoso<sup>2</sup>; Joyce Maria Gomes da Costa<sup>3</sup>

**Resumo:** A encapsulação de compostos ativos é uma técnica promissora sendo amplamente pesquisada e aplicada nas indústrias alimentícia. O método se destaca pelas diversas vantagens, como versatilidade, simplicidade e baixo custo. O presente teve por objetivo resumir o princípio da coacervação complexa, alguns dos principais materiais empregados na encapsulação, e as recentes aplicações em matrizes alimentícias. O método envolve quatro etapas básicas e pode gerar micro e nanopartículas mononucleadas ou multinucleadas, a depender de condições de processo e materiais encapsulantes e encapsulados utilizados no processo. O pH e a força iônica, são os principais parâmetros de ação fundamental na formação dos coacervados, porém existem outros fatores que também podem ser variáveis ao método. Os materiais encapsulantes comumente aplicados ao processo de coacervação complexa podem ser subdivididos em três grupos principais, os carboidratos, lipídeos e proteínas, e a aplicação depende do composto a ser encapsulado e a matriz alimentícia. Os recentes avanços da coacervação complexa em sistemas alimentares objetivam a melhoria das características físicas, químicas e sensoriais dos alimentos, sendo que estudos recentes mostram aplicações nos diversos setores da indústria alimentícia como laticínios, cárneos, panificados, bebidas não alcoólicas, com diversos benefícios associados com o emprego deste método. Finalmente, a variedade e aplicabilidade em diversas matrizes alimentícias com a coacervação complexa apresenta potencial valorização para aplicações na encapsulação de alimentos.

**Palavras-chave:** Separação de fases; complexação; empacotamento.

### Introdução

A micro e nanoencapsulação é uma técnica de empacotamento de componentes susceptíveis às variações do ambiente e tem sido amplamente estudada nos últimos anos.

---

<sup>1\*</sup>Graduando em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>2</sup> Graduada em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>3</sup>Professora do curso de Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

E-mail para a correspondência: martinschugo@gmail.com





Definida como processo de proteção de agentes ativos através de um material de revestimento, tal tecnologia é empregada na melhoria da entrega de compostos ativos em produtos alimentícios (1,2). Assim, a micro e nanoencapsulação pode ser aplicada para diminuir possíveis reações indesejadas do material do núcleo por fatores como calor, umidade, ar e luz, além disso, reduz ou evita a perda do material do núcleo para fora do ambiente, facilita seu manuseio, minimiza ou impede a liberação do material do núcleo até encontrar o estímulo certo, mascara o sabor e odor do núcleo, dentre outras aplicações favoráveis empregadas ao setor alimentício (3).

Várias técnicas podem ser empregadas no encapsulamento de ingredientes ativos, incluindo a coacervação e separação de fases, polimerização interfacial, evaporação de solvente, secagem por pulverização e resfriamento por spray chilling (4,5). Até agora, diferentes componentes naturais de alimentos, como enzimas, carotenóides, vitaminas, polifenóis, extratos orgânicos e óleos essenciais voláteis, são aprisionados em micro e nanopartículas de biopolímeros para manter suas principais características inalteradas. Especialmente, a técnica de coacervação complexa tem sido usada na encapsulação desses componentes (4,5).

Atualmente, a coacervação é um dos métodos mais eficazes de micro/nano encapsulamento usados nas indústrias alimentícia e farmacêutica (8, 7). O processo de encapsulação por coacervação complexa, consiste na separação de fases da solução aquosa contendo dois ou mais, biopolímeros com cargas elétricas contrárias (um com carga negativa e o outro positivo) que se atraem (atração eletrostática), resultando na formação de uma camada de coacervato rica em biopolímeros, ao redor do componente bioativo no fundo da fase sobrenadante (7,8,9).

A coacervação complexa é conhecida por sua simplicidade, baixo custo, escalabilidade e reprodutibilidade no encapsulamento de ingredientes alimentícios que produz alta eficiência de encapsulamento mesmo com carga útil muito alta (até 99%) (10). Esse método ocorre sob condições experimentais não extremas se utiliza de macromoléculas sintéticas e/ou naturais amplamente disponíveis, biodegradáveis, biocompatíveis e de qualidade alimentar, como polissacarídeos e proteínas (7). Por essas características, a coacervação complexa pode ser usada para encapsulamento, sistemas biomiméticos, formação de filmes de embalagem e produção de emulsões ou géis alimentares. Os



coacervados formados também são utilizados como encapsulantes, aditivos, emulsificantes e modificadores de viscosidade na indústria alimentícia (11,3).

Nesta revisão, focamos principalmente nos recentes avanços da coacervação complexa acerca da sua aplicação como técnica de encapsulamento e sua respectiva aplicação em ingredientes alimentares. Procurou-se compreender e discutir os trabalhos de investigação dos últimos dez anos, realizados no domínio da coacervação complexa com possível aplicação na indústria alimentar.

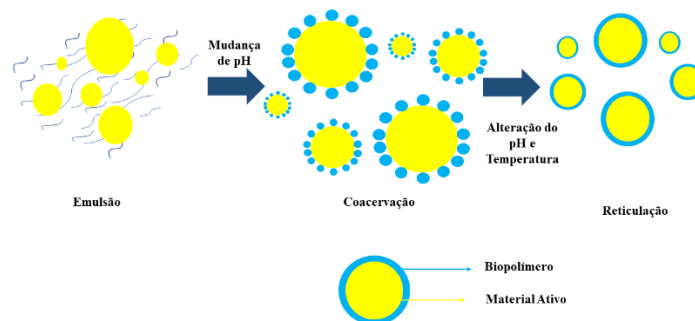
### **Coacervação complexa: mecanismo**

Considerando os sistemas poliméricos envolvidos na reação e mecanismo de separação de fases, existem dois tipos de processos de coacervação: a coacervação simples e a coacervação complexa (7,2). Na coacervação simples há apenas o uso de um único polímero e a adição de um sal ou líquido de dessolvatação no meio de reação que produzirá os coacervados por um mecanismo de desidratação ou “deficiência hídrica” (8, 2).

A coacervação complexa ou separação de fase líquido-líquido, é um sistema trifásico envolvendo o solvente, o material ativo e o material de revestimento (geralmente proteínas e polissacarídeos), envolvendo quatro etapas, sendo seu processo básico ilustrado na Figura 1 (7,12):

1. Dispersão dos materiais do núcleo em uma solução aquosa de polímero catiônico (normalmente uma proteína), onde a solução é preparada acima da temperatura de geleificação e acima do ponto isoelétrico;
2. Adição de uma solução de polímero aniônico (normalmente um carboidrato), e homogeneização da mistura resultante para produção de uma emulsão estável;
3. Ajuste do pH e temperatura para um certo nível requerido para induzir as microgotas de coacervado a se separarem da fase polimérica contínua.
4. Interação do coacervado com a superfície do núcleo, promovendo um endurecimento das matrizes poliméricas que gradualmente formam uma casca contínua. Normalmente agentes de dessolvatação/reticulação (transglutaminase, glutaraldeído, dentre outros) são frequentemente usados para fortalecer o gel.

**Figura 1** – Esquema genérico do processo de coacervação complexa.



Fonte: (7), Adaptado.

A morfologia e tamanho apresentados pelas micro/nanopartículas após o processo de coacervação complexa, são afetadas por condições de processamento, composto encapsulado e materiais de parede, contudo de modo geral podem apresentar características de serem mononucleadas ou multinucleadas. As partículas mononucleadas apresentam arquitetura de núcleo-casca, onde um pequeno núcleo é completamente circundado por um revestimento uniforme da matriz polimérica, já as multinucleadas se diferenciam pela presença de dois ou mais núcleos envolvidos pelo mesmo revestimento polimérico (7, 13).

O processo a coacervação complexa apresenta fatores que influenciam diretamente o resultado final, tendo o pH e a força iônica, desempenhando uma ação fundamental na formação dos coacervados, contudo existem outros fatores que afetem este resultado, como a temperatura, razão de mistura dos polímeros, peso molecular, concentração final de biopolímeros no sistema, pressão aplicada, taxa de agitação e densidades de carga desempenham papéis importantes na iniciação, continuação e término do processo de coacervação (3, 7).

### **Materiais encapsulantes aplicados ao processo de coacervação complexa**

Os materiais encapsulantes aplicados na coacervação complexa representam um grande papel no encapsulamento, sua segurança e liberação do núcleo a longo prazo. Esses materiais encapsulantes devem possuir características específicas, tais como ser de grau alimentício, ter um status GRAS (Geralmente Reconhecido como Seguro), ser compatível com outros ingredientes da matriz alimentar e fornecer segurança substancial contra degradação (13,14).



Os encapsulantes à base de carboidratos são populares para muitas substâncias bioativas devido à sua biocompatibilidade, biodegradabilidade, flexibilidade estrutural e propriedades de digestão no local. Eles superam lipídios e proteínas em termos de estabilidade térmica, disponibilidade e capacidade de encapsular compostos hidrofílicos e hidrofóbicos, sendo menos sensíveis às mudanças ambientais (particularmente pH e força iônica) (15). Os quatro principais grupos de sistemas de liberação baseados em carboidratos são: origem vegetal, origem animal, origem algal e origem microbiana (14,16).

Os encapsulantes à base de proteínas apresentam várias propriedades funcionais para encapsulamento e incluem sua emulsificação, capacidade de formação de espuma, capacidade de retenção de água e óleo, alta temperatura de transição vítrea e diminuição da alergenicidade, entre muitas outras (17).

Os lipídeos com características encapsulantes apresentam elevada capacidade de aprisionar materiais de solubilidade variada e melhorar a entrega direcionada (13). As nanoestruturas à base de lipídios podem acomodar e liberar uma ampla gama de ingredientes (compostos hidrofílicos, lipofílicos e anfifílicos) de maneira controlada e sustentada, melhorar a solubilidade e a eficiência de encapsulamento, diminuir a volatilidade e melhorar a especificidade do alvo (18, 16). A seguir (Tabela 1) são apresentados alguns dos principais materiais encapsulantes aplicados ao processo de encapsulação por coacervação complexa.

**Tabela 1** - Materiais encapsulantes aplicados na coacervação complexa.

<b>Grupo</b>	<b>Material</b>	<b>Referência</b>
<b>Carboidratos</b>	Amidos naturais (milho, mandioca, etc.) e modificados, gomas (arábica, xantana, linhaça, semente de chia, guar), pectina, quitina, quitosana, ágar, alginato, ciclodextrina, celulose, carragenina, alginatos e carboximetilcelulose.	(19, 14, 20)
<b>Proteínas</b>	Zeína, proteínas de leite e soro de leite, gelatina, albumina, beta-lactoglobulina e várias proteínas vegetais (soja, trigo, ervilha, lentilha, chia, etc.)	(7, 17)
<b>Lipídeos</b>	Gorduras (naturais e hidrogenadas), ácidos Graxos, fosfolipídios, óleos vegetais, glicerídeos, esteróis vegetais, ceras (carnaúba, abelha), ésteres de sorbitano.	(21,22, 12)

Fonte: Dos autores, 2022.

## Recentes avanços da aplicação da coacervação complexa em sistemas alimentares

Nas últimas décadas, a indústria alimentícia tem empregado o processo de encapsulação de bioativos com objetivo de melhorar as características físico-químicas e sensoriais dos alimentos (como textura, sabor e consistência), por meio de estruturas encapsuladoras (20). A seguir (Tabela 2) são apresentadas algumas das mais recentes aplicações da encapsulação por coacervação complexa em alimentos.

**Tabela 2** - Recentos avanços da aplicação da coacervação complexa em produtos alimentícios.

Produto	Encapsulado	Materiais de parede	Principais considerações	Referência
Bebida instantânea de café com leite	Óleo de semente de romã ( <i>Punica granatum L.</i> )	Isolado proteico de soro de leite e goma arábica	Partículas com elevadas estabilidades oxidativa, solubilidade e térmica. Sem alteração nas características físicas do produto. Alta aceitabilidade sensorial. Boa resistência térmica. Alta retenção de compostos bioativos.	(23)
Doces de gelatina	Extrato de hibisco	Óleo de colza e pectina	Alta aceitabilidade sensorial. Boa resistência térmica. Alta retenção de compostos bioativos.	(24)
Bolo	Óleo essencial de tomilho	Gelatina e Goma arábica	Alta aceitabilidade sensorial. Boa resistência térmica. Alta retenção de compostos bioativos.	(25)
Carne suína picada	Eugenol	Goma arábica e Proteína de quinoa	Ação inibitória satisfatória contra fungos/leveduras. Aumento da vida útil do produto.	(26)
Hambúrguer de carne ovina	Extrato de folha de oliveira	Gelatina e goma de tragacanto	Redução de oxidação lipídica.	(27)



	( <i>Olea europaea</i> L.)		Substitutos alternativos aos antioxidantes artificiais. Potencial antidiabético e elevada atividade antioxidante.	
Sorvete	Licopeno	Proteínas de soro de leite e goma de acácia	Estabilidade do conteúdo fenólico no armazenamento e mascaramento de sabor adstringente do extrato.	(28)
Sorvete	Extrato de canela	Gelatina, goma arábica, pectina, goma de cajueiro, carboximetilcelulose e κ-carragenina.	Alta aceitabilidade sensorial, com mascaramento de sabores adstringentes e manutenção da viabilidade do probiótico.	(29)
Pasta de amendoim	<i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i> e extrato de casca de guaraná	Gelatina e goma arábica		(30)

Fonte: Dos autores, 2022.

Novas aplicações da coacervação complexa na encapsulação de compostos ativos em sistemas alimentares estão sendo explorados. A aplicabilidade deste método pode ser realizada em diversas indústrias alimentícias, tais como laticínios, cárneos, bebidas alcoólicas e não alcoólicas, panificação, com destaque no setor de laticínios por exibirem uma matriz alimentícia de fácil aplicação e aceitabilidade, na promoção de uma fonte enriquecida em compostos ativos com alta capacidade bioativa (16, 23, 5).

## Conclusão

A coacervação complexa apresenta vantagens comparadas a outros métodos de encapsulação. Esta revisão mostrou que diversos são os materiais encapsulantes aplicados neste método, e fatores como alteração de pH e temperatura apresentam influência direta no processo. O desenvolvimento de alimentos e de novas bebidas funcionais e saudáveis tem sido uma das inovações centrais recentes da indústria de alimentos, sendo que vários alimentos ou compostos presentes no mesmo podem ser preservados com o emprego da coacervação complexa durante a encapsulação.



## Referências Bibliográficas

1. RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Natural food pigments and colorants. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 20-26, 2016.
2. RIBEIRO, J. S.; VELOSO, C. M. Microencapsulation of natural dyes with biopolymers for application in food: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 112, 106374, 2021. 0268-005X.
3. EGHBAL, N.; CHOUDHARY, R. Complex coacervation: Encapsulation and controlled release of active agents in food systems. **LWT**, v.90, p. 254-264, 0023-6438, 2018.
4. LI, F.; WANG, H.; MEI, X. Preparation and characterization of phytosterol-loaded microcapsules based on the complex coacervation. **Journal of Food Engineering**, v. 311, 110728,0260-8774, 2021.
5. COMUNIAN, T. A. et al. Development of functional yogurt containing free and encapsulated echium oil, phytosterol and sinapic acid. **Food Chemistry**, v.237 (15), p. 948-956, 2017.
6. XIAO, Z. et al. A review of the preparation and application of flavour and essential oils microcapsules based on complex coacervation technology. **J. Sci. Food Agric.**, v.94, n. 8, p. 1482-1494, 2014.
7. TIMILSENA, Y. P. et al. Complex coacervation: Principles, mechanisms and applications in microencapsulation, **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 121, p. 1276-1286, 2019.
8. GHADERMAZI, R.; ASL, K. K.; TAMJIDI, F. Optimization of whey protein isolate-quince seed mucilage complex coacervation. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 131, p. 368-377, 2019.
9. SHARIFI, S. et al. Use of whey protein isolate and gum Arabic for the co-encapsulation of probiotic *Lactobacillus plantarum* and phytosterols by complex coacervation: Enhanced viability of probiotic in Iranian white cheese. **Food Hydrocolloids**, v. 113, 106496, 2021.
10. DRUSCH, S.; REGIER, M.; BRUHN, M. **Recent advances in the microencapsulation of oils high in polyunsaturated fatty acids**. A. McElhatton, P.J.d.A. Sobral (Eds.), Novel Technologies in Food Science, Springer, New York, p. 159–181, 2011.



11. SING, C. E. Development of the modern theory of polymeric complex coacervation. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 239, p. 2-16, 2016.
12. DHAKAL, S. P., & HE, J. Microencapsulation of vitamins in food applications to prevent losses in processing and storage: A review. **Food Research International**, v.137, 109326, 2020.
13. PANDHI, S., et al. Overview of Green Nanofabrication Technologies for Food Quality and Safety Applications. **Food Reviews International**, p. 1–21, 2021.
14. KUMAR, L. R. G., et al. Food-Grade Biopolymers as Efficient Delivery Systems for Nutrients: An Overview. **Polymers for Food Applications**, p. 401–422, 2018.
15. FATHI, M., et al. Food-Grade Colloidal Systems for the Delivery of Essential Oils. **Food Reviews International**, p. 1–45, 2019.
16. PREMJI, Y., et al. Current trends in flavor encapsulation: A comprehensive review of emerging encapsulation techniques, flavour release, and mathematical modelling. **Food Research International**, v. 151, 110879, 2022.
17. AKBARBAGLU, Z., et al. Spray drying encapsulation of bioactive compounds within protein-based carriers; different options and applications. **Food Chemistry**, 359, 129965, 2021.
18. ASSADPOUR, E., & JAFARI, S. M. An overview of lipid-based nanostructures for encapsulation of food ingredients. **Lipid-Based Nanostructures for Food Encapsulation Purposes**, p. 1–34, 2019.
19. GUO, et al. Starch-based materials encapsulating food ingredients: Recent advances in fabrication methods and applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 270, 118358, 2021.
20. AWUCHI, C. G. et al. Nanoencapsulation of food bioactive constituents and its associated processes: A revisit. **Bioresource Technology Reports**, 101088, 2022.
21. SOBEL, R., VERSIC, R., & GAONKAR, A. G.. Introduction to Microencapsulation and Controlled Delivery in Foods. **Microencapsulation in the Food Industry**, 3–12, 2014.



22. HOYOS-LEYVA, J. D., et al. Physical and chemical stability of l -ascorbic acid microencapsulated into taro starch spherical aggregates by spray drying. **Food Hydrocolloids**, v. 83, 143–152, 2018.
23. COSTA, A. M. M. et al. Microencapsulation of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil by complex coacervation: Stability and application in an instant caffè latte beverage. **Food Chemistry**, v. 381, 132199, 2022.
24. DE MOURA, S. C.S.R. et al. Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy. **Food Research International**, v. 121, p. 542-552, 2019.
25. GONÇALVES, N. D. Encapsulated thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil used as a natural preservative in bakery product. **Food Research International**, v. 96, p. 154-160, 2017.
26. CHEN, K. et al. Quinoa protein-gum Arabic complex coacervates as a novel carrier for eugenol: Preparation, characterization and application for minced pork preservation. **Food Hydrocolloids**, v. 120, 106915, 2021.
27. OLIVEIRA, F. M. et al. Encapsulation of olive leaf extract (*Olea europaea* L.) in gelatin/tragacanth gum by complex coacervation for application in sheep meat hamburger. **Food Control**, v. 131, 108426, 2022.
28. GHEONEA, I. et al. Microencapsulation of lycopene from tomatoes peels by complex coacervation and freeze-drying: Evidences on phytochemical profile, stability and food applications. **Journal of Food Engineering**, v. 288, 110166, 2021.
29. DE SOUZA, V. B. et al. Microencapsulation by complex coacervation as a tool to protect bioactive compounds and to reduce astringency and strong flavor of vegetable extracts. **Food Hydrocolloids**, v. 98, 105244, 2020.
30. SILVA, M. P. et al. Simultaneous encapsulation of probiotic and guaraná peel extract for development of functional peanut butter. **Food Control**, v. 138, 109050, 2022.



## Consumo e processamento de carne de coelho: uma revisão

Sarah Beatriz Botelho Bueri<sup>1</sup>; Monalisa Pereira Dutra Andrade<sup>2</sup>

**Resumo:** Apesar da carne de coelho estar presente na vida dos seres humanos desde a era Paleolítica até os dias atuais, a falta de investimentos para sua produção e consumo dificulta a expansão desse mercado. O consumo desse alimento surgiu no sul da Califórnia (USA) se expandindo para os países europeus, em sua maioria. Contudo, o país que maior se destaca quanto à produção e exploração dessa carne é a China. No Brasil, esse mercado enfrenta dificuldades, principalmente, no que se refere à falta de incentivo por parte do governo para estudos e pesquisas direcionados à carne de coelho. No território brasileiro essa é uma carne exótica, consumida principalmente por pessoas que buscam uma alimentação mais saudável ou que tenham alérgicas a outras carnes. No Brasil, a principal região consumidora dessa proteína é a região Sul. O principal *marketing* da cunicultura é a sua excelente fonte de qualidade nutricional. Sua carne apresenta elevado percentual de proteína, vitaminas e minerais, além de possuir baixo teor de gordura e colesterol. Esta carne possui algumas propriedades intrínsecas favoráveis para processamentos, o que facilita a produção de embutidos, aumentando assim a distribuição e a vida de prateleira dos produtos à base de carne de coelho. Por fim, este estudo se destina a explorar o consumo, valor nutricional e aspectos tecnológicos da produção, processamento e qualidade da carne de coelho.

**Palavras-chave:** Alimentação saudável. Carnes exóticas. Cunicultura.

### Introdução

Os alimentos proteicos de origem animal são fontes vitais de macronutrientes para o metabolismo, essenciais na nutrição humana. A demanda projetada de proteína é de particular

---

<sup>1</sup>Graduanda em Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>2</sup> Docente, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri





preocupação porque em 2050, a população global deve chegar a 10 bilhões e a relação entre produção e fornecimento de proteína precisará ser ampliado em quase 70% (1).

Os coelhos são promissores em termos de desempenho produtivo zootécnico, devido ao curto ciclo de vida, taxa de crescimento rápido, curto período de gestação e respostas de desempenho notáveis, incluindo ganho de peso diário e taxas de conversão alimentar (2). Além disso, a carne de coelho é considerada um alimento saudável, pois possui baixo teor de gordura, em termos de ácidos graxos insaturados e colesterol, fonte de micronutrientes altamente disponíveis, como vitaminas e minerais, ricos em proteínas de alta qualidade e o sabor é atrativo (3).

Para obtenção de carnes processadas aplicam-se métodos que alteram a carne fresca por meio de tratamentos físicos e/ou químicos, que agregam características sensoriais como cor e sabor. O processamento da carne fresca visa à elaboração de novos produtos e, por sua ação sobre enzimas e microrganismos de caráter deteriorante, aumenta a vida de prateleira. Desta forma, estes métodos também serão utilizados para a elaboração de produtos cárneos a partir da carne de coelho (4).

Atualmente, a carne de coelho de maior viabilidade comercial ainda é a vendida como carcaças inteiras. Destaca-se que pouco, ou quase nenhum, esforço tem sido direcionado para pesquisa e desenvolvimento de produtos elaborados com a carne de coelho (5).

## **Metodologia**

As bases de dados científicas utilizadas nesta revisão foram *ScienceDirect* (Elsevier), Google Acadêmico e *Web of Science*. As palavras chaves foram selecionadas a partir dos objetivos do estudo proposto: o consumo, valor nutricional e aspectos tecnológicos da produção, processamento e qualidade da carne de coelho. Utilizou-se a seguinte fórmula de busca: “*rabbit meat consumption and processing*”, “*cured meat*”, “*nutritional value of rabbit meat*” e “*rabbit meat production*”. A partir dos resultados encontrados nas bases de dados, selecionaram-se artigos científicos publicados. A pesquisa bibliográfica é considerada um instrumento de trabalho indispensável já que possibilita a análise de materiais tratados científica e analiticamente.

## **Breve histórico do consumo da carne de coelho**

A carne de coelho é consumida por seres humanos desde o período Paleolítico. Apesar de ser uma fonte de alimento para esses povos, era um alimento que chamava pouca atenção, uma vez



que os coelhos além de magros e, conseqüentemente com pouca carne, eram ágeis para as armadilhas que os homens utilizavam, sendo difíceis de serem capturados (6).

Esse cenário foi mudando ao longo dos anos, diante da busca por uma vida mais saudável, tendência que vem ganhando espaço e visibilidade. A procura por alimentos com propriedades funcionais fez com que a carne de coelho se tornasse uma opção na mesa dos brasileiros. A cunicultura intensa (ou especializada) surgiu primeiro no sul da Califórnia, nos anos de 1920, e em alguns países da Europa, como França e Itália nos anos 70 (7).

Recentemente, as indústrias de cunicultura buscam impulsionar o mercado da carne de coelho, tornando os produtos mais atraentes para os consumidores, de forma a acompanhar a agitada rotina diária, reduzindo o tempo de preparo dos alimentos (7). No mesmo sentido, a busca por produtos processados é cada vez maior diante da compatibilidade com os parâmetros da vida moderna, além da segurança e qualidade que esses produtos traduzem (8).

Ainda quanto à vida moderna, as vendas a varejo são uma opção acessível, diante da grande concentração populacional nas cidades e conseqüente procura por alimentos vendidos em pequena quantidade. Sendo assim, adaptou-se a forma de produção da carne de coelho que passou a ser comercializada pré-embalada. O alimento era disponibilizado tanto em carcaça inteira, quanto em cortes principais, como o lombo e as pernas traseiras.

No tocante à produção e desenvolvimento de produtos cárneos processados, vislumbra-se a necessidade de aperfeiçoar as práticas de abate com vistas à redução da contaminação da carcaça, bem como em seu resfriamento, visando a redução do crescimento microbiológico (9).

Alguns estudos afirmam que não existem limitações técnicas reais para a fabricação de produtos processados usando carne de coelho, mas a capacidade técnica sempre ficou em segundo plano em relação às realidades de comercialização e viabilidade econômica. Hoje, são comercializados pouquíssimos produtos cárneos processados com carne de coelho, como hambúrgueres, pãezinhos recheados e papinhas para bebês (10).

Embora a carne de coelho apresente um perfil nutricional semelhante ao de aves, existem limites cruciais que impedem a disseminação de produtos processados de coelho (10; 7). Apesar de alguns autores defenderem que esse é um alimento ideal devido a sua composição nutricional, considera-se que a carne de coelho não se tornou tendência mundial por ser um animal domesticável e de aparência inocente, remetendo a fofura ou delicadeza (10).

No mercado de consumo de carnes a carne de coelho ocupa pouco espaço entre os comerciantes deste ramo alimentício. Entretanto, a pesquisa realizada por Li et al. (11), na China



demonstrou que a produção e o consumo da carne de coelho estão aumentando, sendo responsável por 60% da produção mundial.

O consumo anual global de carne de coelho *per capita* representa uma pequena parte (0,19 kg) do consumo total de carne, podendo visualizar os seguintes dados: 1,09 kg na Espanha; 0,91 kg na Itália; 0,75 kg na França; 0,3 kg na China e 0,08 kg no Brasil, entre outros (12).

No território brasileiro, a região sul é a maior consumidora de carne de coelho. Esse maior consumo provavelmente pode ser atribuído à imigração europeia para a região, que se tornou mais intensa a partir do século XX (13). A região sul ocupou o primeiro lugar no último censo agropecuário brasileiro em número efetivo de coelhos (~60%) e número de empresas agropecuárias que comercializam o animal (~70%) (14).

### **Valor nutricional**

Conforme já explicitado, o consumo de carne de coelho satisfaz os anseios dos consumidores modernos que buscam um estilo de vida mais saudável. O mercado de carnes desse animal vem apresentando uma crescente produção nos últimos anos em decorrência disso. A carne de coelho possui composição nutricional favorável, que pode ser melhorada ainda mais com o uso de estratégias apropriadas. Importante destacar que a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomendou o consumo desse alimento para crianças frente a seu elevado valor nutricional (15).

A carne de coelho oferece excelentes propriedades nutricionais dietéticas (16), com teores de proteína de até 22,4% no lombo. O corte de carne mais magro na carcaça do coelho é o lombo, que contém um teor médio de lipídios de 1,8 g/100 g de carne, enquanto a perna dianteira, apresenta teor médio de lipídios de 8,8 g/100 g de carne. Já a perna traseira, contém um teor moderado de lipídios, em torno de 3,4 g/100 g.

O teor de lipídios depende da porção considerada e de fatores produtivos, principalmente a dieta (17). A carne de coelho tem um valor energético moderadamente alto (de 603 kJ/100 g na carne do lombo a 899 kJ/100 g na carne da perna dianteira) que depende essencialmente do seu elevado teor proteico, que representa 80% do seu valor energético.

Juntamente com o seu maior teor de proteína, a carne de coelho contém altos níveis de aminoácidos essenciais (EAA). Em comparação com outras carnes, a carne de coelho é a mais rica em lisina (2,12 g/100 g), aminoácidos contendo enxofre (1,10 g/100 g), treonina (2,01 g/100 g), valina (1,19 g/100 g), isoleucina (1,15 g/100 g), leucina (1,73 g/100 g) e fenilalanina (1,04 g/100



g); (18). O conteúdo aumentado e equilibrado de EAA combinado com a fácil digestibilidade conferem às proteínas da carne de coelho o seu maior valor biológico. Além disso, a carne de coelho não contém ácido úrico e também possui baixo teor de purinas (17).

A variação do teor de vitaminas nas carnes é maior do que em outros nutrientes da carne devido ao forte efeito da composição da dieta e do nível de suplementação vitamínica. A quantidade de vitamina E contida na carne de coelho pode ser aumentada em mais de 50%, por exemplo, com o uso de suplementos adequados (19). A vitamina E está envolvida em inúmeras funções fisiológicas, e é um nutriente essencial para a reprodução, além de um poderoso antioxidante. A última função da vitamina E a torna um nutriente essencial para a melhoria da qualidade da carne, pois previne a oxidação dos ácidos graxos e promove a cor desejada na carne.

A carne de coelho é uma importante fonte de vitamina B biodisponível, ou seja, facilmente metabolizada e absorvida pelo organismo, com variação de uma espécie para outra e até entre os cortes, enquanto o cozimento reduz seu teor original (20). Em média, o consumo de 100 g de carne de coelho fornece cerca de 8% da riboflavina (vitamina B2), 12% do ácido pantotênico (vitamina B5), 21% da piridoxina (vitamina B6) e 77% da niacina (vitamina B3), necessária diariamente (21).

A falta de vitamina B12 criada pelo aumento da popularidade do vegetarianismo é uma causa crescente de preocupação nas nações mais desenvolvidas do mundo. A carne de ruminantes e coelhos são as fontes mais ricas de vitamina B12, e o consumo de 100 g de carne de coelho fornece três vezes a ingestão diária dessa vitamina (16).

A carne de coelho, como outras carnes brancas, contém apenas quantidades modestas de ferro (1,3 e 1,1 mg/100 g) na perna e no lombo, respectivamente (22). No entanto, o ferro contido na carne é principalmente ferro heme, que é facilmente absorvível, atendendo uma parte da recomendação diária de ferro. A carne de coelho é caracterizada por um baixo teor de sódio: 37 mg/100 g no lombo e 49,5 mg/100 g na perna dianteira (22). Esta característica torna a carne de coelho particularmente adequada para inclusão na dieta de pessoas que sofrem de hipertensão.

O fósforo, o segundo mineral líder na carne em termos de quantidade, é particularmente abundante na carne de coelho (234 e 222 mg/100 g) na perna dianteira e no lombo, respectivamente (22). A quantidade de selênio contida na carne de coelho varia muito com a quantidade adicionada à dieta, variando de 9,3 µg/100 g de carne em dietas não suplementadas a cerca de 39,5 µg/100 g de carne em rações enriquecidas com 0,50 mg de selênio/kg de ração (23).

Com base na composição de ácidos graxos (AG), a carne de coelho é altamente adequada para consumo humano. Na carne de coelho, os ácidos graxos insaturados representam



aproximadamente 60% do total de AG, e a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados que responde por 27 a 33% do total de AG é maior do que a de outras carnes, incluindo aves (24). A carne de coelho é particularmente rica em ácido linoleico (que representa  $3,3 \pm 1,5\%$  do total de ácidos graxos (14); em comparação com a quantidade contida em outras carnes 1,37% do total de ácidos graxos em cordeiro, 0,95% em carne suína e 0,14 a 2,34% na carne bovina (25).

A carne de coelho tem níveis menores de colesterol do que qualquer outra carne comum: considerando uma porção de carne magra para coelho, boi, vitela, porco e frango, o nível médio de colesterol é 47,0, 48,7, 52,3, 62,7 e 55,3 mg/100 g de carne, respectivamente (16).

## **Processamento**

Diversos fatores dificultam o desenvolvimento da cadeia produtiva da carne de coelho, incluindo a ausência de indústrias especializadas, pequenos investimentos na área e desenvolvimento de poucas pesquisas a cerca desse assunto (11).

Os produtos processados possuem vantagens comerciais: são convenientes (prontos para cozinhar/comer), podem levar a maior segurança alimentar, vida útil, diversificação de produtos e certos padrões de qualidade que podem ser garantidos de forma mais eficaz. Além disso, garantem prazo mais razoável para a distribuição e comercialização de alimentos voltados para o consumidor, já que apresentam prazo de validade estendido, em oposição aos produtos básicos (7).

Ademais, o processamento da carne diminui a rejeição de compra, que é muitas vezes gerada pela apresentação tradicional da carcaça inteira (incluindo a cabeça). A carne de coelho possui algumas propriedades intrínsecas específicas, em particular sua alta capacidade de retenção de água, que pode oferecer certas vantagens em nível tecnológico (26).

As primeiras etapas do processamento moderno são o abate, evisceração e resfriamento das carcaças. O processamento adicional pode ser aludido como as operações que vão desde os cortes obtidos da carcaça, embalagem de produtos crus, desossa e porcionamento até a formulação de produtos específicos como moldar, marinar, revestimento, cozimento e embalagem (27).

No mesmo sentido, alguns produtos de carne de coelho com processamento avançados, incluindo produtos defumados, assados, enlatados, curados, secos, imersos em molho e salsichas, estão disponíveis no mercado, principalmente na China. Contudo, mesmo diante dessas opções de produção, o uso da carne de coelho para o desenvolvimento de produtos curados a seco com apelo mais saudável tem sido pouco explorado comparado às outras carnes comercializadas (11).





No que diz respeito a uma das formas de processamento da carne do coelho, esta é utilizada no preparo de recheios para salgados, em que se utiliza carne moída grosseiramente obtida de patas dianteiras e traseiras e para preparar produtos moldados. Tanto o hambúrguer como o enchido fresco moído com carne de coelho ganharam visibilidade no mercado nos últimos anos como alternativa mais saudável às tradicionais feitas com carne bovina ou suína, especialmente para crianças e idosos, convalescentes e pessoas que buscam uma vida mais saudável (11).

Destaca-se que, o desenvolvimento de marinadas específicas pode ajudar a solucionar certos problemas apresentados pela carne de coelho, tendo em vista que, muitas vezes, esta carne é muito magra. Em decorrência disso, pode levar a uma suculência pobre e fibrosidade como principais defeitos sensoriais após procedimentos normais de cozimento (26). Atualmente, as marinadas são aplicadas por técnicas de processamento como injeção e turbulência a vácuo (28).

No mesmo sentido, as carcaças inteiras e partes podem ser injetadas com sal aromatizado ou solução de fosfato antes da fabricação de produtos torrados. A marinada produz um produto mais macio, com mais sabor, menores perdas de cozimento e maior suculência (26). Esses produtos podem ser vendidos diretamente ao consumidor como carnes pré-marinadas, prontas para cozinhar, ou podem ser congelados para distribuição em cantinas ou restaurantes (7).

Outra intervenção pode consistir na utilização de recheios ou embrulhos com gorduras animais ou vegetais e carnes gordas para melhorar as propriedades sensoriais da carne de coelho. No entanto, essa estratégia pode prejudicar a percepção positiva do consumidor sobre a carne de coelho como uma carne saudável devido ao perfil nutricional alterado pela adição de lipídios (4).

Para os produtos cárneos emulsionados como as salsichas e mortadelas, as carnes cruas são trituradas finamente e a estrutura fibrosa dessa carne desaparece. No geral, faltam esses produtos, com exceção de alimentos para bebês, que são um produto de estreito nicho de mercado (7).

Outro problema dessa proteína é que ela é rica em ácidos graxos insaturados e proteínas, o que faz com que seja facilmente oxidada. A oxidação pode causar ranço, deixar mau gosto e odor e resultar em alterações de cor, afetando a percepção do consumidor sobre a viabilidade da carne. A temperatura é um dos fatores mais importantes para garantir a qualidade da carne de coelho (29).

Desta forma, métodos de congelamento e refrigeração convencional são usados para a conservação da carne de coelho (30). A deterioração da qualidade da carne durante o armazenamento é causada pela propagação microrganismos e oxidação de lipídios e proteínas (31).

## **Conclusão**



Diante de todo o exposto, é possível perceber que mesmo diante de seu alto valor nutricional e características tecnológicas adequadas para processamento, essa carne ainda é pouco explorada em relação às demais carnes disponíveis no mercado.

Sendo assim, o desenvolvimento de produtos processados de carne de coelho pode permitir melhorias na sua aparência e características sensoriais, reduzindo as implicações culturais e éticas dessa carne. Por fim, o apoio governamental à cunicultura e o incentivo às pesquisas para aplicação de tecnologias nesse tipo de alimento é extremamente importante para o crescimento desse segmento de mercado.

### **Referências Bibliográficas**

1. FAO. 2018. The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050 | Global Perspectives Studies. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Summary version Rome: 2018, p. 28-29.
2. NASR, M. A. F.; ABD-ELHAMID, T.; HUSSEIN, M. A. Growth performance, carcass characteristics, meat quality and muscle amino-acid profile of different rabbits breeds and their crosses. **Meat science**, v. 134, p. 150–157, 1 dez. 2017.
3. DAL BOSCO, A.; CASTELLINI, C.; BERNARDINI, M. Nutritional Quality of Rabbit Meat as Affected by Cooking Procedure and Dietary Vitamin E. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 7, p. 1047–1051, 1 set. 2001
4. ROMANELLI, P. F. et al. Processamento da carne do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). **Food Science and Technology**, v. 22, n. 1, p. 70–75, jan. 2002.
5. PETRACCI, M.; SOGLIA, F.; LEROY, F. Rabbit meat in need of a hat-trick: from tradition to innovation (and back). **Meat Science**, v. 146, p. 93–100, 1 dez. 2018.
6. SMIL, V. Devemos comer carne?: evolução e consequências da carnivoría moderna. 2013.
7. PETRACI, M.; CAVANI, C. Rabbit meat processing: Historical perspective to future directions. **World Rabbit Science**, v. 21, n. 4, p. 217–226, 2013a.



8. HERNÁNDEZ, P. Melhoria da qualidade e segurança nutricional da carne de coelho. **Anais do 9º Congresso Mundial do Coelho**, 2008.
9. PETRACCI, M. et al. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. **Poultry science**, v. 83, n. 12, p. 2086–2092, 2004.
10. CULLERE, M.; DALLE ZOTTE, A. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. **Meat Science**, v. 143, p. 137–146, 1 set. 2018a.
11. LI, S. et al. Rabbit meat production and processing in China. **Meat Science**, v. 145, p. 320–328, 1 nov. 2018.
12. SZENDRO, K.; SZABÓ-SZENTGRÓTI, E.; SZIGETI, O. Consumers' Attitude to Consumption of Rabbit Meat in Eight Countries Depending on the Production Method and Its Purchase Form. **Foods 2020**, Vol. 9, Page 654, v. 9, n. 5, p. 654, 19 maio 2020.
13. MAGALHÃES, L. C. DE C.; COSTA, R. B.; DE CAMARGO, G. M. F. Consumption of rabbit meat in Brazil: Potential and limitations. **Meat Science**, v. 191, p. 108873, 1 set. 2022.
14. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Tabela 6934.
15. FERREIRA, T. I. V. Efeito da suplementação da dieta com feno de aveia e cenoura nos índices zootécnicos e fracção lipídica da carne de coelho. **Instituto Superior de Agronomia**. Lisboa, 2017, p. 33.
16. DALLE ZOTTE, A.; SZENDRO, Z. The role of rabbit meat as functional food. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 319–331, 1 jul. 2011.
17. DALLE ZOTTE, A. Rabbit farming for meat purposes. **Animal Frontiers**, v. 4, n. 4, p. 62–67, 1 out. 2014.
18. DALLE ZOTTE, A. Avantage diététiques. Le lapin doit apprivoiser le consommateur. **Science et Technique**. Jan 2004.
19. CASTELLINI, C., A. DAL BOSCO, M. BERNARDINI e HW CYRIL. Effect of dietary vitamin E on oxidative stability of raw and cooked rabbit meat. **Meat Science**, 1998. P. 153-161.



20. LOMBARDI-BOCCIA, G.; LANZI, S.; AGUZZI, A. Aspects of meat quality: Trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 1, p. 39–46, fev. 2005.
21. HERNÁNDEZ, P.; DALLE ZOTTE, A. Influence of diet on rabbit meat quality. **Nutrition of the Rabbit: 2nd Edition**, p. 163–178, 10 jun. 2010.
22. PARIGI BINI, R., G. XICCATO, M. CINETTO, A. DALLE ZOTTE e R. CONVERSO. Effetto dell'età e del peso di macellazione e del sesso sulla qualità della carcassa e della carne cunicola. 1. Rilievi di macellazione e qualità da carcassa. **Zoot Nutr. Anim.** 1992. p. 157-172.
23. DOKOUPILOVÁ, A. et al. Selenium content in tissues and meat quality in rabbits fed selenium yeast. **Czech Journal of Animal Science**, v. 52, n. 6, p. 165–169, 2007.
24. WOOD, J. D. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat science**, v. 78, n. 4, p. 343–358, abr. 2008.
25. ENSER, M. et al. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. **Meat Science**, v. 42, n. 4, p. 443–456, 1996.
26. SOGLIA, F. et al. Partial replacement of sodium chloride with potassium chloride in marinated rabbit meat. **Wiley Online Library**, v. 49, n. 10, p. 2184–2191, 2014.
27. CAVANI, C., PETRACCI, M. Rabbit meat processing and traceability. **Department of Food Science**, University of Bologna, Italy. 2004.
28. PRESS, J. W.-H. OF MEAT AND MEAT PROCESSING. C.; 2012, UNDEFINED. Marination: Processing technology. **researchgate.net**, [s.d.].
29. LAN, Y. et al. Changes in the quality of superchilled rabbit meat stored at different temperatures. **Elsevier**, [s.d.].
30. JIA, G. et al. Effects of high-voltage electrostatic field treatment on the thawing rate and post-thawing quality of frozen rabbit meat. **Elsevier**, [s.d.].
31. QUEVEDO, R. et al. Kinetic modeling of deterioration of frozen industrial burgers based on oxidative rancidity and color. **Wiley Online Library**, v. 42, n. 7, 1 jul. 2018.



## **Controle da cristalização da lactose em doce de leite – uma revisão**

**Isabella Maciel Costa<sup>1\*</sup>; Cosme Damião Barbosa<sup>1</sup>; Amanda Nayara Abreu Silva<sup>1</sup>**

**Resumo:** O doce de leite é um derivado lácteo basicamente obtido pela mistura de leite e açúcar submetida a concentração e ação do calor. A textura arenosa é a principal característica indesejável nesse produto e se deve a grandes cristais de lactose formados lentamente durante o armazenamento e comercialização. Assim, o objetivo do trabalho foi abordar possíveis estratégias de controle da cristalização da lactose no doce de leite. Para controlar esse problema, pode-se optar pela hidrólise enzimática, adição de glicose, caseinato de sódio, gomas e amido, microcristalização da lactose ou aquecimento ôhmico. Uma hidrólise enzimática de 30-35% da lactose no leite, pode evitar a cristalização por um período de 180 dias. A adição de glicose no final do processamento forma um complexo hidratado com proteínas aumentando a viscosidade do produto e interferindo na formação dos cristais perceptíveis sensorialmente. Os caseinatos possuem um modo de ação similar à glicose pela formação de um complexo proteína-dextrose que aumenta a viscosidade. Como o amido absorve água do meio, promove um aumento da viscosidade dificultando a movimentação das moléculas de lactose, a cinética dos cristais e o seu crescimento. Porém, deve ser adicionado em concentração máxima de 0,5% para não conferir uma infração sanitária. As gomas ou hidrocolóides também atuam pelo aumento da viscosidade. A microcristalização induz uma cristalização da lactose para formar muitos cristais pequenos, imperceptíveis, evitando a arenosidade. No aquecimento ôhmico, as proteínas do leite são prejudicadas formando agregados sensorialmente imperceptíveis que podem atuar como um obstáculo para o contato entre as moléculas de lactose reduzindo a sua aglomeração e o tamanho dos cristais. A escolha entre essas diferentes estratégias deve levar em consideração o objetivo, o processamento industrial, a disponibilidade de oferta e de fornecedores adequados e as condições e custos operacionais.

**Palavras-chave:** Arenosidade. Cristais. Defeito. Saturação.

### **Introdução**

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Doce de Leite (1), o doce trata-se de um produto obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído adicionado de sacarose. Os ingredientes obrigatórios

---

<sup>1</sup> Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais.  
E-mail para a correspondência: bellamaciel@hotmail.com





para fabricação do doce de leite são o leite e/ou leite reconstituído e sacarose em quantidade máxima de 30 kg/100 L de leite. Já os opcionais podem incluir mono e dissacarídeos que substituam a sacarose em no máximo de 40% m/m, como a glicose; amidos ou amidos modificados em uma proporção não superior a 0,5 g/100 mL no leite; creme; sólidos de origem láctea; frutas secas, coco, cacau, amendoim, cereais e/ou outros produtos alimentícios isolados ou misturados em uma proporção entre 5% e 30% m/m do produto final; estabilizantes, espessantes, aromatizantes, conservantes e corantes dentro do limite permitido pela legislação. Além disso, podem também ser adicionados coadjuvantes de tecnologia como lactase, hidróxidos de sódio e cálcio, bicarbonato de sódio e carbonato de cálcio em quantidade suficiente para atender as boas práticas de fabricação (1).

O leite utilizado no processo de fabricação do doce de leite deve ser de boa qualidade e, portanto, não deve apresentar odor, cor ou sabor diferentes do normal. Dessa forma, deve-se proceder a uma obtenção higiênica do leite, o que envolve medidas como: ordenha de animais sadios; higienização adequada dos utensílios, das teteiras da ordenhadeira mecânica ou das mãos do ordenhador (ordenha manual); controle de mastite; higienização dos tetos com pré-dipping (antes da ordenha) e pós-dipping (após a ordenha); refrigeração do leite logo após a ordenha e transporte refrigerado; armazenamento adequado, dentre outros (2).

Este doce deve possuir uma consistência cremosa ou pastosa, homogênea, sem cristais sensorialmente perceptíveis, sem grumos, flocos ou bolhas, coloração escura (caramelo brilhante) devido a reação de Maillard, aroma e sabor próprios e característicos (1, 3). A reação de Maillard, conhecida também como escurecimento não enzimático, provoca importantes alterações de cor, sabor, valor nutricional e textura e é desejável em certos alimentos, como no doce de leite. Esta reação ocorre entre açúcares redutores e proteínas levando à produção de melanoidinas, que são responsáveis pela coloração marrom. Alguns fatores que afetam a reação são temperatura, pH, atividade de água e tipo de açúcar. O processamento a temperaturas acima de 70 °C, o pH entre 6 e 8 e a atividade de água de 0,5 a 0,8 favorecem a reação. Além disso, pentoses são mais reativas que hexoses e estas mais reativas que dissacarídeos, sendo que os dissacarídeos não redutores são utilizados apenas após a hidrólise da ligação glicosídica (4, 5, 6).

Com relação ao processo de fabricação, o leite deve ter sua acidez corrigida e o teor de gordura padronizado a fim de obter uniformidade do produto. Durante o processo de concentração, a pressão deve ser mantida constante e adiciona-se primeiramente o leite



padronizado. Quando este iniciar a fervura, adiciona-se o açúcar e procede-se a concentração até se atingir um teor de sólidos em torno de 68 °Brix para o doce pastoso e de 86 a 88 °Brix para o doce em barra. Ao final do processo, o doce é resfriado até a temperatura de 70 a 75 °C e envasado/embalado (7).

Um dos grandes desafios tecnológicos durante o armazenamento do doce de leite é a manutenção de sua textura fina, sem arenosidade. A textura arenosa é a principal característica indesejável nesse produto, que é decorrente de grandes cristais de lactose que são formados lentamente durante o armazenamento e comercialização e que pode influenciar de forma negativa na aceitação do consumidor (8, 9).

Assim, a revisão tem como objetivo abordar possíveis estratégias de controle do problema tecnológico de cristalização da lactose no doce de leite.

### **Cristalização da lactose**

A lactose é um dos açúcares mais insolúveis, sendo que a baixíssima solubilidade do seu  $\alpha$ -anômero pode resultar na sua cristalização em produtos concentrados (4). No leite, a lactose está em solução nas formas  $\alpha$  e  $\beta$  e a relação entre elas varia com a temperatura: em temperaturas inferiores a 93,5 °C a forma  $\beta$  é mais solúvel que a  $\alpha$ . Se os dois isômeros são dissolvidos em água há uma conversão lenta de uma forma para outra até que o equilíbrio seja atingido (mutarrotação). Em temperaturas menores que 93,5 °C, se a lactose está em concentração supersaturada, se cristaliza na forma  $\alpha$ -mono-hidratada e as outras formas convertem-se nela. A  $\alpha$ -lactose hidratada forma um número de cristais nítidos, duros e que são dissolvidos de maneira lenta. Assim, a insolubilidade da lactose juntamente com sua capacidade de formar soluções supersaturadas é de considerável importância para fabricação do doce de leite (10).

Ao final do processamento do doce de leite, este baseia-se numa solução em que a lactose está supersaturada. O processo de concentração reduz o volume inicial da mistura leite e açúcar e a relação final entre lactose e água ultrapassa a faixa de saturação. Desse modo, ocorre a cristalização deste dissacarídeo em virtude de sua baixa solubilidade associada ao acréscimo de sacarose em uma solução supersaturada de lactose, em que se promove agitação e resfriamento (9). Quando uma solução supersaturada de lactose contém sacarose, a solubilidade da lactose é ainda mais reduzida pela presença deste açúcar não redutor (11).



A cristalização da lactose não ocorre de imediato. A lactose  $\alpha$ -mono-hidratada, que é menos solúvel, cristaliza-se primeiro e a cristalização continua lentamente até à medida que a  $\beta$ -lactose se converta em  $\alpha$ -lactose para manter o equilíbrio. Este processo segue até que todo o excesso de lactose dissolvida em solução se cristalize sob a forma de  $\alpha$ -mono-hidrato. O problema da cristalização se torna perceptível apenas após 45 dias de armazenamento, visto que a mutarrotação, responsável pela produção de grandes cristais, é um processo lento e prejudicado pela viscosidade do produto (9, 10).

Os cristais menores que 10  $\mu\text{m}$  não são sensorialmente perceptíveis, mesmo que toda a lactose esteja cristalizada. Já os cristais maiores que 16  $\mu\text{m}$  são duros, pouco solúveis e contribuem para percepção de textura arenosa dependendo do número em que estão presentes no produto (2, 10). Algumas substâncias impedem ou atrasam a cristalização ao serem absorvidas nos núcleos de cristalização, como, por exemplo, a riboflavina (vitamina B2) que em concentração de 0,25 mg/100 g impede a cristalização (2).

Além disso, quanto menor a umidade do produto mais difícil é o processo de solubilização dos açúcares resultando no problema de cristalização. Logo, uma embalagem que possibilita perda de umidade resulta em um aparecimento precoce de arenosidade no produto, principalmente durante estações do ano mais quentes ou armazenamento em locais extremamente ventilados (12).

### **Controle da cristalização da lactose no doce de leite**

O aparecimento de cristais no doce de leite ocorre devido à concentração da lactose presente no produto e sua consequente saturação (8). Para controlar ou até mesmo evitar esse problema, pode-se optar por diferentes metodologias como a hidrólise enzimática por  $\beta$ -galactosidase, a adição de glicose, caseinato de sódio, gomas e amido, a indução da cristalização da lactose por sementeira de microcristais de lactose ou o aquecimento ôhmico, que serão detalhadas a seguir.

### **Hidrólise enzimática**

A enzima  $\beta$ -galactosidase ou popularmente conhecida como lactase é responsável pela ruptura das ligações  $\beta$ -galactosídicas que estão presentes na lactose com consequente liberação de dois monossacarídeos (glicose e galactose) que têm um maior poder adoçante, são mais facilmente digeridos e absorvidos e são mais solúveis quando comparados à lactose



e, logo, menos suscetíveis à cristalização (8, 9, 13). Logo, esta enzima pode ser adicionada ao leite e incubada por algumas horas para promover a quebra da lactose e evitar o defeito tecnológico no doce. Se uma hidrólise de 30-35% for alcançada no leite, a cristalização da lactose pode ser evitada por um período de 180 dias (9, 14).

A utilização da  $\beta$ -galactosidase possui um grande benefício para a fabricação de doce de leite, mas o processo pode ter um custo um pouco elevado. Além disso, certas alterações podem ocorrer como intensificação da Reação de Maillard, leve aumento da viscosidade e do sabor adocicado. Entretanto, pequenas concentrações da enzima com percentuais adequados de hidrólise resultam em um produto padronizado e de longo prazo de validade (8, 14).

### **Adição de Glicose**

A glicose é um açúcar redutor que possui alta capacidade de hidratação, ou seja, uma alta solubilidade, e pode ser empregada para substituir uma parte da sacarose. Desse modo, interfere na formação dos cristais, no seu desenvolvimento e crescimento no doce de leite. Ao ser adicionada no final do processamento, a glicose é capaz de formar um complexo fortemente hidratado com proteínas (proteína-dextrose). Esta alta hidratação aumenta a viscosidade do produto e interfere na formação dos cristais perceptíveis sensorialmente. Com um aumento da viscosidade, há uma maior dificuldade de movimentação e encontro entre as moléculas de lactose para realizar ligações soluto-soluto e é este encontro das moléculas que provoca o crescimento dos cristais tornando-os perceptíveis (8, 15).

A adição de glicose resulta em um doce de consistência mais macia, sem percepção de cristais, sabor mais suave e brilho mais intenso, sendo que acrescentá-la em solução com água morna pode facilitar sua dissolução. No entanto, a glicose deve ser adicionada na proporção de até 2% do volume de leite, pois a partir desta concentração altera o paladar, provoca escurecimento e viscosidade muito elevada (16). Além disso, deve-se tomar alguns cuidados como uso de menores quantidades de bicarbonato de sódio (muito usado como regulador da acidez no doce), já que a glicose, por ser um monossacarídeo, oferece grande capacidade de realizar a reação de Maillard podendo tornar o doce mais escuro (8).

### **Caseinatos**



Os caseinatos são substâncias obtidas a partir da concentração do leite com subsequente extração da fração caseínica. Eles apresentam propriedades tensoativas e são muito solúveis em água, sendo que o caseinato de sódio é o mais utilizado. Além de sua alta solubilidade e capacidade de retenção de água, esses compostos apresentam um pH alcalino e seu uso na produção de doce de leite dispensa a etapa de neutralização da acidez do leite. No processamento, a solução de caseinato de sódio e água pode ser adicionada ao leite antes de sua concentração (8, 17).

Os caseinatos possuem um modo de ação similar à adição de glicose, pela formação de um complexo proteína-dextrose que aumenta a viscosidade e impede a difusão da lactose no meio. Além do aumento da viscosidade, a retenção de água resulta na redução da concentração de lactose no meio dificultando a sua supersaturação e consequente cristalização (8, 17).

### **Amido**

O amido pode ser adicionado ao doce de leite, devendo-se dar preferência a amidos modificados que tenham menor tendência à retrogradação (maior proporção de amilopectina promove menor tendência a este processo). O amido ao ser aplicado na fabricação do doce de leite, por absorver água do meio, promove um aumento da viscosidade dificultando a movimentação das moléculas de lactose, a cinética dos cristais e o seu consequente crescimento. Em função de sua capacidade de hidratação ele também aumenta o rendimento do produto, mas deve ser empregado sempre respeitando as proporções legais de no máximo 0,5% (8, 18). Em concentrações superiores, além de representar uma infração sanitária, pode causar sinérese ou retrogradação e diminuir a qualidade sensorial do produto fabricado (19).

### **Gomas ou hidrocoloides**

As gomas podem ser adicionadas ao doce de leite na concentração máxima de 5.000 mg/kg de produto final (1). As gomas ou hidrocoloides são utilizados em alimentos por terem a capacidade de aumentar a viscosidade destes, além de promover estabilidade a emulsões, suspensões e espumas, e pelas suas propriedades espessantes de forma geral (17).

Logo, a adição de gomas pode reduzir a cristalização da lactose em doce de leite pelo efeito que provoca na viscosidade. Pelo fato de aumentarem a viscosidade devido ao seu





grande tamanho molecular, a velocidade da reação de cristalização diminui, já que o processo de difusão da lactose torna-se mais lento (17).

### **Microcristalização**

Durante o armazenamento e comercialização do produto, a cristalização é gradativa, mas sem nenhum controle. Isso resulta em poucos cristais de tamanhos variados e geralmente perceptíveis, tornando-se um defeito no produto. A microcristalização (cristalização forçada, nucleação secundária, induzida ou controlada) se baseia em induzir uma cristalização da lactose para formar um grande número de cristais pequenos, imperceptíveis sensorialmente, evitando a característica de arenosidade (8, 10, 11).

Este processo consiste em inocular microcristais de lactose (ou núcleos de cristalização) no produto concentrado e resfriado (solução saturada de açúcar) com intensa agitação para que a cristalização ocorra da forma mais rápida possível formando inúmeros cristais de tamanho pequeno (8, 11, 17). A lactose em pó pode ser empregada para obtenção desses cristais desejáveis, devendo ser inoculada antes que a cristalização ocorra espontaneamente e com um controle de temperatura e do tempo de agitação (8, 11).

### **Aquecimento ôhmico**

O aquecimento ôhmico (também conhecido como aquecimento joule, aquecimento por resistência elétrica, aquecimento eletrocondutivo ou aquecimento direto por resistência elétrica) é uma tecnologia emergente de tratamento e caracteriza-se como uma alternativa eficiente ao processamento térmico convencional. No aquecimento ôhmico uma corrente elétrica passa pelo alimento atuando como resistência elétrica, convertendo a energia elétrica em térmica e sendo capaz de gerar um aumento de temperatura rápido e uniforme dentro do alimento. Ou seja, nesse processo, o calor é gerado internamente no alimento devido a sua resistência elétrica natural. Esta técnica pode ser aplicada ao leite e possui algumas vantagens, como desenvolvimento de processos mais rápidos e eficazes, resultando em maior retenção de nutrientes e qualidade sensorial, nutricional e funcional dos produtos (20, 21, 22, 23).

No aquecimento ôhmico, as proteínas do leite, principalmente as do soro, são prejudicadas podendo originar a formação de agregados sensorialmente imperceptíveis. Estes agregados podem atuar como um obstáculo para o contato entre as moléculas de



lactose, reduzindo a sua aglomeração e, conseqüentemente, reduzindo o tamanho dos cristais de lactose (21).

## **Conclusão**

Conclui-se que as estratégias de hidrólise enzimática, a adição de glicose, caseinato de sódio, gomas e amido, microcristalização e aquecimento ôhmico poderiam ser utilizadas para prevenção da cristalização da lactose no doce de leite. Dessa forma, foi possível verificar que existem diversas opções para evitar esse defeito tecnológico e a escolha entre elas irá se basear no objetivo, no processamento industrial, na disponibilidade de oferta e de fornecedores adequados e nas condições e custos operacionais.

## **Referências Bibliográficas**

1. BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997. Regulamento técnico de identidade e qualidade de doce de leite. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 172, 8 set. 1997. Seção 1, p. 37-38.
2. VIDAL, A. M. C.; NETTO, A. S. **Obtenção e processamento do leite e derivados**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2018.
3. GUERRA, C. R. A. *et al.* Utilização de soro de leite e amido na produção de doce de leite pastoso: rendimento, composição, perfil de textura, viscosidade e avaliação sensorial de aceitação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 75, n. 1, p. 1-9, 2020.
4. DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. (Ed.). **Fennema's Food Chemistry**. 4 ed., CRC press, 2007.
5. RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007.
6. FRANCISQUINI, J. *et al.* Avaliação da intensidade da reação de Maillard, de atributos físico-químicos e análise de textura em doce de leite. **Revista Ceres**, v. 63, n. 5, p. 589-596, 2016.
7. MONTEIRO, A. A.; PIRES, A. C. S.; ARAÚJO, E. A. **Tecnologia de Produção de Derivados do Leite**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.
8. PERRONE, I. T. Tecnologia para a fabricação de doce de leite. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 238, p. 67-74, 2007.



9. KLEIN, M. P.; JONG, E. V.; RÉVILLION, J. P. P. Utilização da  $\beta$ -galactosidase para prevenção da cristalização em doce de leite. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1530-1535, 2010.
10. OLIVEIRA, M. N. **Tecnologia de Produtos Lácteos Funcionais**. São Paulo: Atheneu Editora, 2009.
11. PERRONE, I. T. **Efeito da nucleação secundária sobre a cristalização do doce de leite**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
12. OLIVEIRA, L. S. **Parametrização da produção de doce de leite em indústria de pequeno porte**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.
13. VERA, C. *et al.* Conventional and non-conventional applications of  $\beta$ -galactosidases. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics**, v. 1868, n. 1, p. 140271, 2020.
14. ZALAZAR, C. A.; PEROTTI, M. C. Concentrated Dairy Products | Dulce de Leche. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, v. 2, p. 874-880, 2011.
15. GAZE, L. V. *et al.* Dulce de Leche, a typical product of Latin America: Characterisation by physicochemical, optical and instrumental methods. **Food Chemistry**, v. 169, p. 471-477, 2015.
16. FURTADO, D. C. **Avaliação de diferentes tipos de embalagens no armazenamento de doce de leite em tabletes**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Instituto Federal Goiano, 2017.
17. ROCHA, L. O. F. **Utilização de soro lácteo, goma xantana e amido modificado na elaboração de doce de leite com café**. 2013. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, 2013.
18. DA SILVA, F. L. *et al.* Production of dulce de leche: The effect of starch addition. **LWT-Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 417-423, 2015.
19. FRANCISQUINI, J. A. **Caracterização e avaliação de indicadores físico-químicos, tecnológicos e de tratamento térmico em doces de leite**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.



20. SILVA, R. *et al.* Advantages of using ohmic heating in Dulce de Leche manufacturing. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 65, p. 102475, 2020.
21. SILVA, R. *et al.* Ohmic heating technology in dulce de leche: Physical and thermal profile, microstructure, and modeling of crystal size growth. **Food and Bioprocess Processing**, v. 124, p. 278-286, 2020.
22. JAN, B. *et al.* Ohmic heating technology for food processing: a review of recent developments. **Journal of Postharvest Technology**, v. 9, n. 1, p. 20-34, 2021.
23. BHAT, Z. F. *et al.* Processing technologies for improved digestibility of milk proteins. **Trends in Food Science & Technology**, v. 118, p. 1-16, 2021.



## **Efeito da alta pressão hidrostática e homogeneização à alta pressão sobre as técnico-funcionalidades de proteínas vegetais**

**Ana Flávia Coelho Pacheco<sup>1\*</sup>; Gabriela Zinato Pereira<sup>2</sup>; Flaviana Coelho Pacheco<sup>3</sup>; Heloisa de Fátima Mendes Justino<sup>4</sup>; Jeferson Silva Cunha<sup>5</sup>; Paulo Henrique Costa Paiva<sup>6</sup>; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior<sup>7</sup>**

**Resumo:** As proteínas vegetais têm se tornado nos últimos anos foco de diversos estudos devido a demanda crescente por fontes proteicas alternativas e sustentáveis. Essas proteínas, além do valor nutricional, têm demonstrado apresentar ótimas propriedades técnico-funcionais, como capacidade de retenção de água e/ou óleo, propriedades emulsificantes e espumantes e capacidade de formação de géis. Por outro lado, as proteínas vegetais podem apresentar baixa solubilidade em certos valores de pH. Essa técnico-funcionalidade é muito importante, pois influencia diretamente em outras propriedades técnico-funcionais, impactando assim na sua aplicação em produtos alimentares. Neste contexto, tecnologias não convencionais como a alta pressão hidrostática (APH) e a homogeneização à alta pressão (HAP) têm sido utilizadas para modificar as estruturas secundárias, terciárias e quaternárias de proteínas e assim melhorar suas propriedades técnico-funcionais. APH e HAP são tecnologias emergentes no processamento de alimentos que envolvem o uso de pressões altas de até 1200 MPa e 400 MPa, respectivamente. Diversos estudos têm demonstrado que as tecnologias APH e HAP levam a melhoria das propriedades técnico-funcionais de proteínas vegetais dependendo das condições de processo empregados (como pressão, temperatura e tempo). Neste contexto, essa revisão tem como objetivo descrever os efeitos das tecnologias de APH e HAP nas propriedades técnico-funcionais das proteínas vegetais.

**Palavras-chave:** Mudanças conformacionais. Processo à alta pressão. Propriedade técnico-funcional.

### **1. Introdução**

Proteínas vegetais têm demonstrado possuir propriedades técnico-funcionais, como retenção de água (1), emulsificação (2), espumante e propriedades gelificantes (3), o que pode efetivamente melhorar o valor nutricional e a qualidade sensorial de alimentos, além de desempenharem papéis importantes no processamento de alimentos. No entanto, de

---

<sup>1,2,3,4,5</sup>Discente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

<sup>6</sup>Docente, Instituto de Laticínios Cândido Tostes, EPAMIG, Juiz de Fora

<sup>7</sup>Docente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

E-mail para a correspondência: anaflaviacoelho93@gmail.com





importante frisar que a solubilidade é uma propriedade técnico-funcional que impacta diretamente em outras técnico-funcionalidades, o que pode ser um desafio para sua aplicação em produtos alimentares (5).

Atualmente, diversos métodos vêm sendo utilizados para modificar as proteínas, e assim, melhorar suas propriedades técnico-funcionais. Dentre eles destacam-se os métodos físicos, como as tecnologias não convencionais de alta pressão hidrostática (APH) (6; 7) e homogeneização à alta pressão (HAP) (8; 9).

A APH e HAP são consideradas importantes tecnologias físicas capazes de induzir alterações estruturais em proteínas a partir do uso de pressões altas (até 1200 MPa para APH e até 400 MPa para HAP) (10). Neste contexto, essa revisão tem como objetivo descrever os efeitos das tecnologias de APH e HAP nas propriedades técnico-funcionais das proteínas vegetais.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Técnico-funcionalidades de proteínas vegetais**

A demanda por fontes alternativas e sustentáveis de proteína, levou a um crescente interesse em proteínas à base de plantas. As fontes de proteínas vegetais são as leguminosas, oleaginosas, cereais, pseudocereais e resíduos agroindustriais (11).

Atualmente em uso pela indústria alimentícia, a maioria das proteínas vegetais são derivadas da soja e do trigo. No entanto, essas fontes de proteína são conhecidas por fazerem parte dos alérgenos “*The Big Eight*” (12). Portanto, outras fontes de proteína, como ervilha e arroz, têm sido muito estudadas nos últimos anos e são usadas pelas indústrias alimentícias como substitutos de proteínas vegetais promissores devido à sua reconhecida hipoalergenicidade, juntamente com outros atributos vantajosos, como valor nutricional e biológico (13). Além disso, resíduos agroindústrias também têm chamado muito atenção nos últimos anos, pois são considerados fontes promissoras de proteínas, como por exemplo, as sementes de abóbora, que apresentam em torno de 24,5 a 36% de proteína em base seca (4). Essas proteínas apresentam propriedades técnico-funcionais, como retenção de água (1), emulsificação (2), espumante e propriedades gelificantes (3). A Tabela 1 mostra estudos recentes sobre as propriedades tecnológico-funcionais de diferentes proteínas vegetais.

**Tabela 1.** Estudos recentes sobre as propriedades tecnológico-funcionais de diferentes proteínas vegetais.

Fonte de proteína	Propriedades técnico-funcionais						Referências
	Sol	CRA	CRO	Emul	Esp	Gel	
Ervilha	x			x	x		Chang et al., (4)
Grão de bico	x			x	x		Chang et al., (4)
Amendoim	x	x	x	x		x	Zhang et al., (5)
Aveia				x			Zheng, Li e Liu (6)
Soja	x	x	x	x	x	x	Zhao et al., (7)
Quinoa	x	x	x	x	x	x	Dakhili et al., (8)
Amaranto	x	x	x	x	x	x	López et al., (9)
Abacate	x	x	x	x			Wang et al., (10)
Sementes de jaca	x			x			Zang et al., (11)

Abreviaturas: Sol: solubilidade; CRA: capacidade de retenção de água; CRO: capacidade de retenção de óleo; Emul: Emulsificante; Esp: Espuma; Gel: Gelificação.

As proteínas vegetais são divididas em quatro classes principais: albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas. As albuminas são solúveis em água, enquanto as globulinas são insolúveis em água, mas solúveis em soluções salinas (por exemplo NaCl). As prolaminas são insolúveis em água e soluções salinas, mas solúveis em soluções alcoólicas aquosas concentradas (60-70% v/v). As glutelinas também são insolúveis em água, mas solúveis em solução ácida ou alcalina diluída (21). A distribuição e tamanho molecular dessas frações dependem da planta (ou mesmo da espécie ou subespécie). Por exemplo, as proteínas de leguminosas e oleaginosas são compostas principalmente por albuminas e globulinas, enquanto as prolaminas e glutelinas são predominantes nos cereais. Além disso, devido às suas estruturas moleculares, cada uma dessas frações proteicas apresenta



propriedades distintas que podem ser úteis para aplicações em alimentos (22; 23). Por outro lado, algumas proteínas vegetais, como por exemplo as globulinas, apresentam solubilidade limitada, o que dificulta o desenvolvimento de novos ingredientes funcionais, uma vez que esta propriedade está diretamente relacionada com outras técnico-funcionalidades (24).

Neste contexto, uma das alternativas que têm sido utilizadas para superar essas limitações é a utilização de tecnologias não convencionais, como por exemplo, ultrassom (25; 26), micro-ondas (27; 28), alta pressão hidrostática (14; 15), homogeneização de alta pressão (16; 17). Essas tecnologias emergentes têm sido utilizadas para modificar as proteínas e assim melhorar suas propriedades técnico-funcionais. Dentre essas tecnologias, destaca-se a alta pressão hidrostática (APH) e homogeneização à alta pressão (HAP).

## **2.2 Tecnologias à alta pressão**

A APH é também conhecida como alta pressão isostática ou processamento de alta pressão. Já a HAP também é chamada de homogeneização de ultra-alta pressão ou alta pressão dinâmica (18). Atualmente, essas tecnologias vêm sendo exploradas para promover alterações na estrutura das proteínas (18).

### **2.2.1 Alta pressão hidrostática: princípio e operação**

Na tecnologia de APH, o produto é submetido a uma pressão de até 1000 MPa em condições otimizadas de tempo e temperatura usando um líquido de baixa compressibilidade como meio de pressurização. Dessa forma, os produtos alimentícios são normalmente embalados em um recipiente flexível e, durante a pressurização, a pressão é transferida de forma instantânea e uniforme por todo o alimento (princípio isostático), independentemente do tamanho e geometria do produto (18). Este processo pode ser usado para processar alimentos líquidos, semissólidos ou sólidos (18).

Um sistema de APH é basicamente composto por uma câmara de pressão com fechamento e sistema gerador de pressão. Alguns sistemas, geralmente, também possuem um aparelho acoplado ao controle de temperatura da câmara. A pressurização é acompanhada por um aumento uniforme da temperatura como consequência do calor adiabático de compressão, sendo este específico para cada composto (geralmente, em



sistemas alimentares, um aumento de 3-5 °C é verificado para cada aumento de 100 MPa). Um aumento considerável na temperatura pode impactar negativamente na qualidade do produto. Portanto, quando são observados efeitos indesejáveis devido ao aquecimento adiabático, os processos precisam ser realizados em temperatura mais baixa (18).

### **2.2.2 Homogeneização à alta pressão: princípio e operação**

A tecnologia de HAP é um processo físico não térmico aplicado para alimentos fluidos. Essa tecnologia apresenta o mesmo princípio de funcionamento dos homogeneizadores convencionais, porém, utilizando pressões em torno de 10 a 15 vezes maiores que as usualmente aplicadas, ou seja, pressões de até 400 MPa (18).

Em um sistema de HAP, o fluido é forçado a escoar por meio de um estreito orifício (*gap*), resultando em uma rápida aceleração (entre 150 e 300 m.s<sup>-1</sup>) e pressão (até 400 MPa). Após a passagem pela válvula de homogeneização, uma descompressão abrupta do fluido ocorre gerando um efeito de cavitação (18). Outros efeitos também ocorrem durante o processo como cisalhamento, atrito, turbulência e impacto. Além disso, um aumento de temperatura (cerca de 1,5–2,5°C a cada aumento de 10 MPa na pressão) também é verificado, devido ao intenso atrito na região da válvula homogeneizadora (18).

### **2.3 Efeito do processamento à alta pressão sobre as técnico-funcionalidades de proteínas vegetais**

Os efeitos das tecnologias de APH e HAP em proteínas podem estar relacionados com a quebra das ligações não covalentes, como ligações iônicas e hidrofóbicas, mas com pouco ou nenhum efeito sobre ligações covalentes. Como resultado, as estruturas secundárias, terciárias e quaternárias de proteínas sofrem mudanças e, essas mudanças são dependentes de fatores como a pressão aplicada, temperatura, tempo e ciclos de processo.

Ao modificar as estruturas secundárias, terciárias e quaternárias de proteínas as forças físico-químicas e interações entre moléculas de proteínas do sistema de dispersão, incluindo hidrofobicidade de superfície, interação eletrostática, ligações dissulfeto e ligações de hidrogênio são afetadas. Assim, sob condições específicas, as modificações induzidas por APH e HAP podem levar a agregação de proteínas, bem como desdobramento



molecular (29). Essas mudanças na estrutura da proteína induzidas pela APH e HAP podem alterar suas propriedades técnico-funcionais, como aumento da solubilidade, capacidade de retenção de água, propriedade emulsificante e espumante e a formação de géis (30). Por exemplo, Yan et al. (31) avaliaram o efeito da APH (250 MPa por 30 min) no isolado de proteína de soja. Os resultados mostraram que o APH melhorou o índice de atividade emulsificante, a capacidade de formação de espuma e capacidade de estabilidade de espuma em comparação com a proteína de soja nativa. Por outro lado, o índice de estabilidade emulsificante diminuiu em comparação com a proteína de soja nativa.

Ahmed et al. (2) avaliaram o efeito do tratamento de APH (200, 400 e 600 MPa por 15 min) nas propriedades funcionais, reológicas e estruturais do isolado proteico de feijão. De acordo com os resultados, o processo de APH à 600 MPa melhorou significativamente a capacidade de retenção de água, formação de espuma e propriedades emulsificantes.

Melchior et al. (17) avaliaram o efeito da HAP (70, 100 e 150 MPa com 1 ciclo de passagem e 70, 100 e 150 MPa com 3 ciclos de passagem) nas técnico-funcionalidades das proteínas da ervilha. De acordo com os resultados, os maiores valores de solubilidade foram alcançados aplicando 70 e 100 MPa por 3 passagens. Por outro lado, em maior intensidade de pressão (150 MPa para 3 passagens) a solubilidade diminuiu, porém, permaneceu acima da solubilidade da proteína nativa. A capacidade de retenção de óleo foi maior em todos os tratamentos quando comparados com a proteína nativa, tendo seu maior valor no processo à 70 MPa por 3 passagens.

Luo et al. (32) avaliaram o impacto da HAP (10, 30 e 50 MPa) nas propriedades técnico-funcionais de suspensões de isolado de proteína de quinoa. Os resultados mostraram que os tratamentos com HAP em pressões de 30 e 50 MPa levaram a um aumento na solubilidade do isolado proteico. Em relação a capacidade de formação de espuma e estabilidade da espuma, ambas foram aumentadas de forma constante com o aumento da pressão de homogeneização, com maiores valores quando processada à 50 MPa. Semelhante a capacidade de espuma, o processo de HAP melhorou a capacidade emulsificante do isolado de proteico em comparação com a proteína nativa.

Guo et al. (33) avaliaram os efeitos da HAP (30, 60, 90 e 120 MPa) nas propriedades emulsificantes de proteínas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Em baixa pressão (30 e 60 MPa), HAP promoveu aumento da atividade da emulsão e a estabilidade da emulsão. Por outro lado, em maiores pressões (90 e 120 MPa), o HAP causou uma diminuição na atividade





da emulsão e estabilidade da emulsão. De forma similar, Saricaoglu (34) verificou que o processo HAP (25, 50, 75, 100 e 150 MPa) em lentilha (*Lens culinaris*) aumentou a atividade emulsificante e índice de estabilidade da emulsão, capacidade de formação de espuma e estabilidade da espuma nas condições de pressões de 25 a 100 MPa, tendo valores máximos a 100 MPa para todas as técnico-funcionalidades. Por outro lado, quando o tratamento atingiu pressões de 150 MPa, essas propriedades diminuíram, porém, ainda assim, foram maiores quando comparadas com a proteína nativa.

### **3. Conclusão**

As tendências de mercado têm levado a busca por fontes de proteínas alternativas e sustentáveis, como as proteínas vegetais. Essas proteínas têm desempenhado importantes propriedades técnico-funcionais como como retenção de água e/ou óleo, capacidade emulsificante, capacidade espumante e propriedades gelificantes, o que pode efetivamente melhorar o valor nutricional e a qualidade sensorial de alimentos, além de desempenharem papéis importantes no processamento de alimentos. Por outro lado, dependendo do pH, essas proteínas apresentam baixa solubilidade, o que é característico de proteínas vegetais. Assim, tecnologias não convencionais, como a alta pressão hidrostática e homogeneização à alta pressão, têm sido utilizadas como forma de melhorar a solubilidade de proteínas vegetais, bem como outras técnico-funcionalidades. Essa revisão mostrou estudos promissores com essas tecnologias à alta pressão, por outro lado, mais estudos devem ser feitos com base no impacto dessas tecnologias, por exemplo, na alergenicidade de proteínas vegetais, bem como a viabilidade econômica da utilização desses processos.

### **4. Agradecimentos**

Os autores agradecem a CAPES - Código Financiamento 001; à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-00388-21 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto (429033/2018-4) e pela bolsa de produtividade à B.R.C. Leite Júnior (306514/2020-6).



## 5. Referências

1. LI, Y. P. *et al.* Effects of soy protein isolate on gel properties and water holding capacity of low-salt pork myofibrillar protein under high pressure processing. **Meat Science**, v. 176, n. 2, p. 108471, 2021.
2. AHMED, T. *et al.* Effect of different oils and ultrasound emulsification conditions on the physicochemical properties of emulsions stabilized by soy protein isolate. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 49, p. 283-293, 2018.
3. MARINEA, M. *et al.* Soy protein pressed gels: Gelation mechanism affects the in vitro proteolysis and bioaccessibility of added phenolic acids. **Foods**, v. 10, n. 1, p. 154, 2021.
4. CHANG, L. *et al.* Plant proteins from green pea and chickpea: Extraction, fractionation, structural characterization and functional properties. **Food Hydrocolloids**, v. 123, 107165, 2022.
5. ZHANG, S. B. *et al.* Effects of tween 20 and transglutaminase modifications on the functional properties of peanut proteins. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 97, n. 1, p. 93-103, 2020.
6. ZHENG, Z.; LI, J.; LIU, Y. Effects of partial hydrolysis on the structural, functional and antioxidant properties of oat protein isolate. **Food & Function**, v. 11, n.4, p. 3144-3155, 2020.
7. ZHAO, H. *et al.* Improvement of the rheological and textural properties of calcium sulfate-induced soy protein isolate gels by the incorporation of different polysaccharides. **Food Chemistry**, v. 310, Article 125983, 2020.
8. DAKHILI, S. *et al.* Quinoa protein: Composition, structure and functional properties. **Food Chemistry**, v. 299, Article 125161, 2019.
9. LÓPEZ, D. N. *et al.* Boeris. Functional properties of amaranth, quinoa and chia proteins and the biological activities of their hydrolyzates. **Food Research International**, v. 116, p. 419-429, 2019.
10. WANG, J. *et al.* Physicochemical, functional and emulsion properties of edible protein from avocado (*Persea americana* Mill.) oil processing by-products. **Food Chemistry**, v. 288, p. 146-153, 2019.
11. ZHANG, Y *et al.* Effect of pH on emulsification performance of a new functional protein from jackfruit seeds. **Food Hydrocolloids**, v. 93, p. 325-334, 2019.
12. BUČKO, S., *et al.* Investigation on solubility, interfacial and emulsifying properties of pumpkin (*Cucurbita pepo*) seed protein isolate, **LWT - Food Science and Technology**, v. 64, n. 2, p. 609-615, 2015.
13. MAGALHÃES, I. S., *et al.* Ultrasound-assisted enzymatic hydrolysis of goat milk casein: Effects on hydrolysis kinetics and on the solubility and antioxidant activity of hydrolysates. **Food Research International**, v. 157, 111310, 2022.
14. LIU, D., *et al.* Effect of high hydrostatic pressure on solubility and conformation



- changes of soybean protein isolate glycated with flaxseed gum. **Food Chemistry**, v. 333, 127530, 2020.
15. LIU, N., *et al.* Combined effects of limited enzymatic hydrolysis and high hydrostatic pressure on the structural and emulsifying properties of rice proteins. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 77, 102975, 2022.
  16. ZHANG, A., *et al.* Effects of high pressure homogenization on the structural and emulsifying properties of a vegetable protein: *Cyperus esculentus* L. **LWT-Food Science and Technology**, v. 153, 112542, 2022.
  17. MELCHIOR, S. *et al.* High pressure homogenization shapes the techno-functionalities and digestibility of pea proteins. **Food and Bioproducts Processing**, v. 131, p. 77-85, 2022.
  18. LEITE JÚNIOR, B. R. C.; TRIBST, A. A. L.; CRISTIANINI, M. **Enzyme Inhibitors and Activators: Chapter 3. Effect of High-Pressure Technologies on Enzymes Applied in Food Processing.** Editor Murat Senturk, 2017.
  19. KYRIAKOPOULOU, K.; DEKKERS, B.; VAN DER GOOT, A. J. **Sustainable Meat Production and Processing: Chapter 6 - Plant-Based Meat Analogues,** Editor(s): Charis M. Galanakis, Academic Press, 2019.
  20. KOEBERL, M.; CLARKE, D.; LOPATA, A.. L. Next generation of food allergen quantification using mass spectrometric systems. *Journal of Proteome Research*, v. 13, n. 8, p. 3499-3509, 2014.
  21. LAFARGA, T. **Novel Proteins for Food, Pharmaceuticals and Agriculture: Sources, Applications and Advances: Potential applications of plant-derived proteins in the food industry.** Edição Dr Maria Hayes, 2018.
  22. DAY, L. Proteins from land plants – potential resources for human nutrition and food security. **Trends in Food Science & Technology**, v. 32, n. 1, p. 25-42, 2013.
  23. LOVEDAY, S. M. Food proteins: Technological, nutritional, and sustainability attributes of traditional and emerging proteins. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 10, n. 1, p. 311-339, 2019.
  24. SHEVKANI, K. *et al.* Pulse proteins: Secondary structure, functionality and applications. **Journal of Food Science & Technology**, v. 56, n. 6, p. 2787-2798, 2019.
  25. LO, B.; KASAPIS, S.; FARAHNAKY, A. Effect of low frequency ultrasound on the functional characteristics of isolated lupin protein. **Food Hydrocolloids**, v. 124, Part B, 107345, 2022.
  26. SHA, L.; XIONG, Y. L. Comparative structural and emulsifying properties of ultrasound-treated pea (*Pisum sativum* L.) protein isolate and the legumin and vicilin fractions. **Food Research International**, v. 156, 111179, 2022.
  27. ERTUGRUL, U., *et al.* Pea protein properties are altered following glycation by microwave heating. **LWT-Food Science and Technology**, v. 150, 111939, 2021.
  28. HUANG, K., *et al.* Intervention of microwave irradiation on structure and quality characteristics of quinoa protein aggregates. **Food Hydrocolloids**, v. 130, 107677, 2022.



29. AVELAR, Z. *et al.* The role of emergent processing technologies in tailoring plant protein functionality: New insights. **Trends in Food Science & Technology**, v. 113, 2021, p. 219-231, 2021.
30. SIM S. Y. J. *et al.* Plant Proteins for Future Foods: A Roadmap. **Foods**, v. 10, n. 8, 2021.
31. YAN, G. *et al.* The characteristics of soybean protein isolate obtained by synergistic modification of high hydrostatic pressure and phospholipids as a promising replacement of milk in ice cream. **LWT**, v. 160, 113223, 2022.
32. LUO, L. *et al.* Impact of high-pressure homogenization on physico-chemical, structural, and rheological properties of quinoa protein isolates. **Food Structure**, v. 32, 100265, 2022.
33. GUO, Z., *et al.* Effects of high-pressure homogenization on structural and emulsifying properties of thermally soluble aggregated kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins. **Food Hydrocolloids**, v. 119, 106835, 2021.
34. SARICA OGLU, F. T. Application of high-pressure homogenization (HPH) to modify functional, structural and rheological properties of lentil (*Lens culinaris*) proteins. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 144, p. 760-769, 2020.



## **Enteropatias e perspectivas de um mundo sem glúten como alternativa: uma revisão**

**Cristiane Teles Lima<sup>1</sup>; Nicole Guimarães Lima<sup>2</sup>;**

**Sander Moreira Rodrigues<sup>3</sup>; Marcio Schmiele<sup>4</sup>**

**Resumo:** O glúten é considerado como gatilho para o desenvolvimento de enteropatias, que tem causado danos à saúde dos indivíduos com alguma restrição ao mesmo. A doença celíaca (DC), é uma patologia autoimune que resulta numa inflamação da mucosa intestinal desencadeada pela ingestão de glúten, levando a atrofia das vilosidades intestinais, má absorção e uma variedade de respostas gastrointestinais. Muito semelhante aos sintomas da DC, temos a sensibilidade ao glúten não celíaco (SGNC), que também é caracterizada pela resposta autoimune ao glúten. E temos ainda a alergia ao trigo, que além das respostas gastrointestinais, apresenta a repercussão respiratória e cutânea. O fato que auxilia na distinção dessas restrições relacionadas ao glúten, é o tempo de latência. Sendo que para a alergia ao trigo essa latência é de minutos a horas, na SGNC é de horas a dias, e na DC corresponde de semanas a meses. Assim, para cada uma delas têm em comum o tratamento dietético, uma vida isenta de glúten. Para viabilizar o consumo de produtos da panificação sem ferir a saúde das pessoas que possuem tais distúrbios, o uso de farinhas alternativas se torna comum, principalmente a farinha de arroz, porém o mesmo impacta as propriedades tecnológicas do produto final.

**Palavras-chave:** Fisiopatologias; Gluten-free; Respostas gastrointestinais; Farinhas; Panificação.

---

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: cris.teles29@hotmail.com\*

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: nicole.guimaraes@ufvjm.edu.br

<sup>3</sup>Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: sandermoreira3@gmail.com

<sup>4</sup>Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br





## 1. Introdução

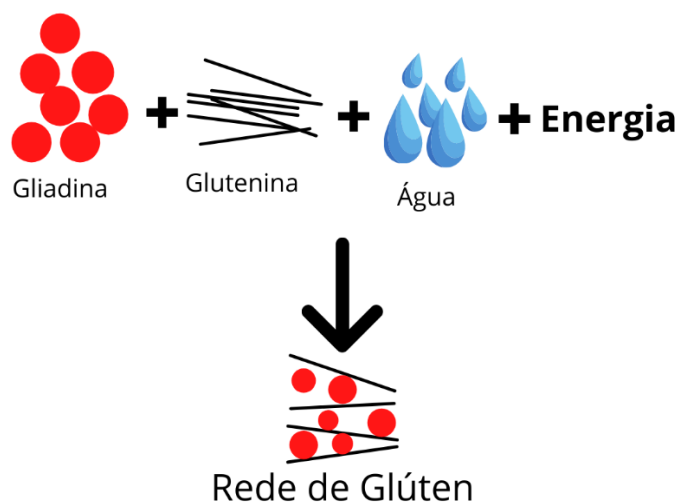
A mudança no estilo de vida e hábitos alimentares nos últimos anos é perceptível e corrobora com o número de pessoas que por razões éticas, de saúde, de estilo de vida e em função de questões filosóficas e religiosas adotam uma alimentação com restrições alimentares. O glúten é responsável por causar alguns distúrbios aos indivíduos que são intolerantes ou apresentam sensibilidade às proteínas presentes na fração gliadina do trigo, secalina do centeio e hordeína da cevada e na fração da prolamina do triticale (um híbrido oriundo do cruzamento genético do trigo e do centeio). Por esse motivo e pela busca de uma alimentação mais saudável, muitas pessoas optam pela alimentação gluten-free, ou seja, o consumo de alimentos que não possuem o glúten em sua composição (1).

A combinação das frações da prolamina do trigo, da cevada, do centeio e do triticale formam a rede viscoelástica tridimensional denominada de rede de glúten (Figura 1). Dentre as farinhas dos diferentes cereais, o trigo tem a habilidade mais eficaz de formar uma massa viscoelástica que retém o gás produzido durante a fermentação e nos primeiros estágios de cozimento dos produtos de panificação (salto de forno), dando origem a um produto leve, macio e esponjoso, com estrutura alveolar alongada (1). As proteínas formadoras da rede de glúten trazem diversos benefícios para os produtos de panificação, porém a mesma não é completamente digerida no trato gastrointestinal dos humanos. Assim, ocorre um aumento na concentração de polipeptídeos resistentes à hidrólise enzimática no lúmen intestinal e, por conseguinte, desencadeiam respostas inflamatórias resultando no desenvolvimento das enteropatias relacionadas ao glúten, como a doença celíaca (DC), a sensibilidade ao glúten não celíaco (SGNC) e a alergia ao trigo (2).

Visando solucionar o consumo de panificação para os portadores das patologias citadas anteriormente, a exploração das farinhas que são isentas de proteínas formadoras do glúten é importante, permitindo viabilizar a elaboração de produtos da panificação de forma a gerar uma melhor qualidade de vida para os indivíduos. Contudo, ao retirar o glúten através da substituição total por farinhas alternativas, as propriedades reológicas, tecnológicas e sensoriais do produto são alteradas, desafiando a escolha por ingredientes e processos.

Deste modo, esta revisão literária integrativa tem por objetivo elucidar os assuntos pertinentes ao glúten e as enteropatias relacionadas ao mesmo. Apresentando ainda o nicho dos produtos gluten-free, os quais vêm se destacando e ocupando mercado.

Figura 1 – Esquema ilustrativo da formação da rede de glúten.



Fonte: Dos autores, 2022.

## 2. Metodologia

Uma revisão integrativa da literatura foi realizada a respeito do notório cenário das enteropatias relacionadas ao glúten. As bases de dados selecionadas foram: Pubmed (National Center for Biotechnology Information), Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e Scielo (Scientific Electronic Library Online), a seleção dos trabalhos foram realizadas de forma atemporal, mas com relevância para o tema abordado. Foram utilizados os seguintes descritores controlados para o levantamento dos artigos: doença celíaca, alergia ao trigo, glúten, glute-free, sensibilidade ao glúten não celíaco e sensibilidade ao glúten.

## 3. Fisiopatologias

### 3.1 Doença celíaca (DC)

A DC é uma enteropatia que causa inflamações nas microvilosidades da parede do intestino delgado. De acordo com a Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA), a DC é uma desordem sistêmica autoimune, desencadeada pela intolerância permanente ao glúten em pessoas geneticamente predispostas (2). As respostas imunológicas caracterizadas pela ingestão de glúten por pessoas suscetíveis estão relacionadas às proteínas formadoras de glúten, presentes em alguns cereais. As proteínas formadoras do glúten são relativamente resistentes às enzimas digestivas, resultando em derivados peptídicos que podem levar à



resposta imunogênica em pacientes com DC (3). De difícil diagnóstico, a DC era distinguida apenas em pacientes com manifestações clínicas típicas e os sintomas mais comuns são diarreia, vômito e dor abdominal, ou com elevado grau de suspeita (4). Com base na ACELBRA, a DC é classificada em três manifestações clínicas: (i) forma clássica, ocorrência de má absorção intestinal sintomática, diarreia crônica, dor abdominal, distensão abdominal, perda de peso e flatulência; (ii) não clássica ou atípica, caracterizada pela ausência de sintomas ou poucos sintomas gastrointestinais; e (iii) a forma silenciosa ou assintomática, caracterizada pelo diagnóstico ocasional, histológico ou sorológico, em indivíduos assintomáticos (2). Contudo, primeiramente esses indivíduos eram diagnosticados com a síndrome do intestino irritável (SII), uma vez que o diagnóstico não era totalmente assertivo. Desse modo, os testes sorológicos e a biópsia intestinal são os responsáveis pelo reconhecimento para a DC atualmente e, por conseguinte, tem aumentado o prevaletamento de DC (5).

Neste caso, o único tratamento é a restrição alimentar, com base numa dieta isenta de glúten. Desse modo, passa a ser uma tarefa desafiadora, uma vez que qualquer quantidade mínima de glúten é prejudicial para o celíaco. Além disso, torna-se uma dieta monótona, visto que a oferta de produtos industrializados no mercado na sua maioria apresenta como ingrediente algum componente em que o glúten está presente de forma direta ou indireta (3).

Com base nisso, é importante que os portadores da DC fiquem atentos aos rótulos dos produtos, pois segundo o artigo 1º da Lei Federal nº 10.674, de 16 de maio de 2003, todos os alimentos industrializados que contenham glúten deverão conter, obrigatoriamente, as inscrições “Contém Glúten” ou “Não Contem Glúten”, conforme o caso (6).

### **3.2 Sensibilidade ao glúten não celíaco (SGNC)**

A sensibilidade ao glúten não celíaca (SGNC) pode ser definida como uma combinação de sintomas intestinais e extraintestinais, as quais são causadas pela ingestão de alimentos que contém glúten e as respostas imunológicas podem ocorrer entre horas a dias após a ingestão (7). As manifestações clínicas relatadas na SGNC podem ser variadas. Os principais sintomas referidos pelos pacientes na SGNC são dor e distensão abdominal, bem como diarreia, dor epigástrica, náuseas e constipação. Estes sintomas podem ainda estarem combinados com as manifestações extraintestinais, como manifestações musculoesqueléticas e da pele, fadiga crônica e dificuldade de concentração (7). Se o



diagnóstico para DC é complexo, para a SGNC se torna ainda mais difícil, dado que não existem marcadores sorológicos e histopatológicos específicos, aumentando as dificuldades em estabelecer um diagnóstico assertivo. Durante o estudo das manifestações clínicas nos quais a doença celíaca e alergia ao trigo já foram descartadas previamente, o diagnóstico para a SGNC consiste na retirada e reintrodução do glúten na dieta desse indivíduo para melhor diagnóstico (8).

As orientações para os indivíduos com SGNC se baseia numa dieta isenta de glúten, com objetivo de melhorar os sintomas intestinais e extraintestinais (9).

### **3.3 Alergia ao trigo**

A alergia ao trigo, por sua vez, apresenta acometimento gastrointestinal e repercussão respiratória e/ou cutânea, podendo ser caracterizada como uma resposta imunológica imediata após ingestão de glúten ou pelo contato com a farinha do trigo. A investigação desta alergia envolve a dosagem de IgE específica para trigo, bem como o teste cutâneo. Logo, o tratamento adequado é uma vida sem glúten (10).

Desta forma, o número de pessoas que, por razões de saúde vivem com restrições relacionadas ao glúten encontram dificuldades decorrente a escassez de produtos sem glúten com qualidade sensorial satisfatória e com valor nutricional adequado. Portanto, se faz necessário o desenvolvimento de produtos que atendam esses indivíduos.

## **4. Farinhas sem glúten alternativas**

A farinha de trigo é a mais utilizada na produção de massas alimentícias e produtos de panificação (pães, bolos e biscoitos) por contribuir nas propriedades reológicas e tecnológicas de forma adequada e esperada (11). Porém, esta farinha possui proteínas que permitem o desenvolvimento da rede de glúten, com propriedades e problematização já abordada anteriormente. Deste modo, afim de propor possíveis substituições da farinha de trigo este tópico aborda algumas farinhas alternativas sem glúten. Vale ressaltar que, a ausência da rede viscoelástica oferece limitações tecnológicas e sensoriais ao produto final, e umas das principais dificuldades é encontrar a combinação entre proteínas e hidrocoloides que favoreçam uma alta hidratação para estruturação da massa e ainda na retenção do CO<sub>2</sub>.

### **4.1 Farinha de arroz**



Segundo Souza et al. (12), o arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das fontes de nutrientes mais importantes para cerca de metade dos habitantes do mundo, sendo cultivado em 116 países.

De acordo com Dors, Castiglioni e Ruiz (13), no ano de 2006 a farinha de arroz já era uma farinha promissora na elaboração de produtos. Em 2018, Ikeda et al. (14) mostraram que a farinha de arroz é o ingrediente mais utilizado em produtos sem glúten, pois o arroz é hipoalergênico, incolor e bem aceito. Logo, quando se pensa em substituição da farinha de trigo para o público celíaco, a farinha de arroz é comumente usada.

#### **4.2 Farinha de feijão**

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das leguminosas mais consumidas e importantes do mundo. O feijão é fonte de proteínas, carboidratos, compostos fenólicos, vitaminas e minerais (15). De acordo com a pesquisa realizada por Bassinello et al. (16), a incorporação da farinha de feijão extrusada na mistura para bolo sem glúten melhora a digestibilidade da proteína. A aplicação de processos biotecnológicos como a germinação apresentam-se promissoras.

#### **4.3 Farinha de sorgo**

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é um cereal com potencial para ser empregado como ingrediente em alimentos sem glúten, por ser isento das proteínas formadoras da rede de glúten e por possuir sabor neutro, o que amplia as possibilidades de sua inserção em diversas formulações (17). De acordo com Carvalho et al. (18), a aplicação da farinha de sorgo de forma integral ou refinada é encontrada normalmente em produtos de panificação como pães, bolos e biscoitos. No entanto, outras formas de agregação de valor deste cereal se dão em produtos como massas alimentícias, extrusados expandidos, cereais matinais, barras de cereais, chás, produtos lácteos e cárneos e na elaboração de bebidas, como extratos hidrossolúveis, bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas.

#### **4.4 Farinha de trigo sarraceno**

O trigo sarraceno é uma planta da família Polygonaceae, sendo considerado como um pseudocereal, pois apresenta características semelhantes ao trigo comum, mas se difere principalmente por não apresentar as proteínas responsáveis pela formação da rede de glúten.





Segundo Polet (19), a utilização do trigo sarraceno em dieta sem glúten já foi previamente estudada e o mesmo demonstrou ser isento de atividade celiacogênica, podendo ser utilizado no preparo do macarrão, bolo, pudim, massa de pizza, torta esfiha e quibe sem glúten. A farinha de trigo sarraceno apresenta características interessantes, pois apresenta aminoácidos essenciais como metionina e aminoácidos naturais como a cistina. Em comparação com a farinha de trigo, a farinha de trigo sarraceno é superior nos teores de lisina, ferro, cobre e magnésio (20).

#### **4.5 Farinha de quinoa**

A quinoa (*Chenopodium quinoa*) é uma cultura endêmica da região andina e vem ganhando espaço por ser um grão muito nutritivo. Devido à boa qualidade e quantidade de proteínas, especialmente a lisina, e ácidos graxos essenciais. Além disso, a quinoa não contém glúten, podendo proporcionar um novo olhar para os produtos de panificação sem glúten. Portanto, a incorporação de farinha de quinoa favorecem melhoria nas qualidades sensoriais e nutricionalmente benéfica, sendo que a farinha de quinoa é rica em açúcares (glicose e frutose), fibras alimentares solúveis e insolúveis, ácidos graxos omega-3 e compostos polifenólicos, principalmente ácidos fenólicos e flavonoides (21).

### **5. Panificação sem glúten**

Para Ramos, Piemolini-Barreto & Sandri (22), a substituição do glúten é uma das questões mais desafiadoras para a ciência e tecnologia de alimentos na atualidade, principalmente quando se pensa no desenvolvimento de alimentos alternativos com idênticas características de qualidade dos produtos que contenham glúten.

Quando se trata da tecnologia de bolos, o glúten não tem um papel fundamental quando comparado ao pão ou pizza, porém o mesmo também é importante para manter suas propriedades tecnológicas adequadas (23). A Tabela 1 apresenta as principais alterações que os bolos apresentam ao substituir a farinha de trigo por farinhas sem glúten.

Através da tabela a seguir podemos observar que existem pesquisas em busca da inovação na área de farinhas isentas das proteínas formadoras do glúten e os mesmos já obtiveram sucesso nas suas aplicações, os dados citados expressam apenas uma amostra.



Tabela 1 – Influência da farinha sem glúten nas propriedades do bolo

<b>Farinha</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Referência</b>
Farinha de casca de mandioca	Verificar a viabilidade da sua aplicação na alimentação humana, por meio do desenvolvimento de bolos.	Apresentaram resultados satisfatórios em relação às características físicas, valor nutricional, segurança microbiológica e aceitação sensorial.	(12)
Farinha de pinhão	Avaliar a incorporação de diferentes teores de farinha de pinhão brasileiro em misturas para bolos à base de farinha de arroz destinadas a pacientes celíacos.	Foi possível produzir bolos com alta aceitação sensorial, e os bolos preparados com 50 % ou 37,5 % de farinha de pinhão apresentaram teores substanciais de fibra alimentar.	(14)
Farinha de linhaça + farinha de arroz	Desenvolver uma pré-mistura para bolo contendo em sua composição farinha de linhaça e farinha de arroz em substituição total à farinha de trigo.	Menores concentrações de farinha de linhaça contribuíram para uma interação negativa nos atributos aparência e cor, contudo a adição de farinha de linhaça e farinha de arroz nas proporções testadas nas formulações não afetou a aceitação dos bolos.	(22)
FEB + RGF + SC	Desenvolver misturas para bolo sem glúten substituindo o trigo por farinha extrusada de feijão fracionado (FEB), farinha de quirera de arroz (RGF) e amido de milho (SC), e avaliar o valor nutricional dos bolos assados.	A incorporação da FEB na mistura para bolo sem glúten melhora a digestibilidade da proteína, além de aumentar as cinzas, ferro, e teor de zinco. Em combinação com a RGF, possibilita a elaboração de uma mistura para bolo com proteína isenta de glúten, resultando em maior qualidade nutricional, sem limitar o teor de aminoácidos.	(16)

Fonte: Dos autores, 2022.

## 6. Conclusão

Deste modo, podemos concluir que as patologias advindas do glúten refletem no consumo alimentício e que este mercado se encontra com desafios tecnológicos a serem solucionadas, mas com soluções promissoras e potencialmente tangíveis.

## 7. Agradecimentos

Os autores agradecem à UFVJM pelo suporte institucional. Agradecemos ainda à CAPES (código de financiamento 001) e à FAPEMIG pela bolsa de estudos de S. M. Rodrigues (protocolo 6832021).

## 8. Referências bibliográficas

1. TEDRUS, G. D. A. S. *et al.* Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 20-25, 2001.



2. ACELBRA. Associação dos Celíacos do Brasil. O que é a doença celíaca. Disponível em: <<https://acelbramg.com.br/index.php/o-que-e-a-doenca-celiaca/>>. Acesso em: 20 abril. 2022.
3. ARAÚJO, H. M. C *et al.* Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 3, p. 467-474, 2010.
4. SCHERF, K.A; KOEHLER, P., WIESER, H. Gluten and wheat sensitivities - An overview. **Journal of Cereal Science**, v. 67, p. 2-11, 2016.
5. LIU, S. M. *et al.* Doença celíaca. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 24, n. Supl 2, p. S38-S45, 2014.
6. BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei Federal nº 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.674.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.674.htm)>. Acesso em: 02 junho. 2022.
7. HILL, I. D. *et al.* NASPGHAN clinical report on the diagnosis and treatment of gluten-related disorders. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 156-165, 2016.
8. GUILLOT, C. C. Sensibilidad al gluten no celíaca. **Revista Cubana de Pediatría**, v. 91, n. 2, p. e820, 2019.
9. AL-TOMA, A. *et al.* European society for the study of coeliac disease (ESsCD) guideline for coeliac disease and other gluten-related disorders. **United European Gastroenterology Journal**, v. 7, n. 5, p. 583-613, 2019.
10. FERREIRA, F; INÁCIO, F. Patologia associada ao trigo: Alergia IgE e não IgE mediada, doença celíaca. **Revista Portuguesa de Imunoalergologia**, v. 26, n. 3, p. 171-187, 2018.
11. SILVA, N. A. B. da *et al.* Desenvolvimento e avaliação sensorial de massa de pizza sem glúten, fonte de fibras e adicionada de psyllium. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 11, p. 1-8, 2019.
12. SOUZA, T. A. C. *et al.* Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 717-728, 2013.
13. DORS, G. C; CASTIGLIONI, G. L; AUGUSTO-RUIZ, W. Utilização da farinha de arroz na elaboração de sobremesa. **Vetor**, v. 16, n. 1, p. 63-67, 2006.



14. IKEDA, M. *et al.* Influence of brazilian pine seed flour addition on rheological, chemical and sensory properties of gluten-free rice flour cakes. **Ciência Rural**, v. 48, n. 6, p. e20170732, 2018.
15. LIMA, S. L. S. *et al.* Whole flour and protein hydrolysate from common beans reduce the inflammation in BALB/c mice fed with high fat high cholesterol diet. **Food Research International**, v.122, p.330-339, 2019.
16. BASSINELLO, P. Z. *et al.* Nutritional value of gluten-free rice and bean based cake mix. **Ciência Rural**, v. 50, n. 6, p. e20190653, 2020.
17. PAIVA, C. L.; QUEIROZ, V. A. V; GARCIA, M. A. V. T. Características tecnológicas, sensoriais e químicas de massas secas sem glúten à base de farinhas de sorgo e milho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. e2018095, 2019.
18. CARVALHO, H. J. M. *et al.* Características do sorgo e potencialidades para a aplicação na indústria de alimentos. *In:* MEDEIROS, J. A; NIRO, C. M (Org). **Pesquisas e Atualizações em Ciência dos Alimentos**. V. 1, p. 711–720. Jardim do Seridó: Agron Food Academy, 2022.
19. POLET, J. P. **Elaboração, análise físico-química e sensorial de pães de forma a partir de polpa de pinhão (*Araucaria angustifolia*)**. 2014. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Nutrição). Faculdade de Medicina. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.
20. FRANCISCHI, M.L.P. *et al.* Chemical, nutritional and technological characteristics of buckwheat and non-prolamine buckwheat flours in comparison of wheat flour. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 46, n. 4, p. 323-329, 1994.
21. PELLEGRINI, M. *et al.* Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 111, p. 38-46. 2018.
22. RAMOS, N. C; PIEMOLINI-BARRETO, L. T; SANDRI, I. G. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 33–38, 2012.
23. RONIE, M.E; ZAINOL, M.K; MAMAT, H. A review on the recent applications of gluten-free flour, functional ingredients and novel technologies approach in the development of gluten-free bakery products. **Food Research**, v. 5, n. 5, p. 43–54, 2021.



## **Farinha de batata-doce (*Ipomoea batatas* [L.]) e suas aplicações na panificação**

**Marina Lopes de Sousa<sup>1</sup>; Luiz Eliel Pinheiro da Silva<sup>2\*</sup>; Solange de Sousa<sup>3</sup>; Gustavo Santos de Lima<sup>4</sup>; Romário Oliveira de Andrade<sup>5</sup>; Valdy Gomes dos Santos<sup>1</sup>; Sílvio Jackson Félix Alves<sup>6</sup>**

**Resumo:** A batata-doce (*Ipomoea batatas* [L.]) é considerada um alimento básico utilizado para alimentação humana, possuindo grande potencial de aplicação como biofortificante ou produtos inovadores na indústria de alimentos, podendo ser transformada em farinha para aplicação em produtos de panificação. O objetivo da pesquisa foi revisar assuntos os abordados na temática, mostrando as aplicações do vegetal na área da panificação, salientando que a mesma é uma das hortaliças mais consumidas no mundo e no Brasil, devido sua qualidade nutricional e de ser uma fonte nutritiva barata, de fácil aquisição, a batata-doce pode ser submetida ao método de secagem por estufa, onde esse método apresenta algumas vantagens, como longa vida útil, operação com fácil e baixo custo, inibindo o crescimento de bactérias e sua proliferação ocorre pela remoção da umidade do produto fresco, entre eles as farinhas. As farinhas de matérias-primas alternativas têm sido mostradas como produtos promissores, que podem ser utilizados como ingredientes alimentícios em produtos de panificação e em muitos alimentos consumidos com frequência, sendo uma alternativa para substituição parcial ou total da farinha de trigo. O grande interesse e consumo por alimentos funcionais devem-se aos comprovados benefícios trazidos à saúde, e o implemento dessas farinhas aos produtos reforça a adição de matrizes nutritivas como um modo de oferecer esses efeitos positivos. Pode-se concluir que as matérias-primas obtidas de raízes e tubérculos podem ser submetidas a diversos métodos de secagem, entre eles, a secagem em estufa para serem transformadas em farinhas e posteriormente aplicadas em produtos de panificação e massas alimentícias.

**Palavras-chave:** Aplicação. Farinhas alternativas. Matérias-primas.

### **Introdução**

---

<sup>1</sup>Discente do Curso de Bacharelado em Agroindústria, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal da Paraíba.

<sup>2</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>3</sup>Docente do Bacharelado em Agroindústria, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal da Paraíba.

<sup>4</sup>Docente do Curso Técnico em Agroindústria, Departamento de Agroindústria, Escola Técnica ECIT – Ministro José Américo de Almeida.

<sup>5</sup>Doutor no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande.

<sup>6</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Tocantins.

E-mail para a correspondência: luiz.eliel@ufvjm.edu.br





Sendo um alimento básico utilizado para consumo humano, com grande potencial de aplicação como biofortificantes ou produtos inovadores na indústria de alimentos, a batata-doce (*Ipomoea batatas* [L.]) é uma cultura de grande importância socioeconômica com propriedades nutricionais, além de uma boa adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e alta produtividade em curto período de tempo (1, 2). Salientando que a batata-doce é difundida e cultivada no estado da Paraíba, principalmente no Brejo e Litoral do estado, sendo um dos maiores produtores do Brasil. Por outro lado, a área apresenta uma produtividade média de 7,78 por hectares (3).

Possuindo alto conteúdo de propriedade funcionais como a presença de  $\beta$ -caroteno, que pode prevenir e combater a cegueira em pessoas com deficiência em vitamina A, além de que os polissacarídeos da batata-doce possuem atividades antimicrobianas, antioxidantes, anticâncer e anti-inflamatórias (2), podendo passar por processo de desidratação e serem transformadas em farinhas para futuras aplicações em produtos de panificação e massas alimentícias.

A produção de farinhas de vegetais para aplicação em produtos alimentícios na indústria de panificação, vem sendo elaboradas com objetivo de agregar valor, enriquecimento às formulações alimentícias comerciais como fonte nutricional, e essas formulações vêm sendo avaliadas quanto à qualidade nutricional e aceitação sensorial (4; 5). Santos *et al.* (6) afirmam que a realização da secagem em produtos alimentícios, tem como objetivo garantir a preservação da qualidade fisiológica e físico-química dos produtos a serem armazenados durante um longo período de tempo.

Os vegetais, raízes e tubérculos são altamente perecíveis, e é preciso utilizar métodos para preservá-los em um longo período de tempo, aumentando a sua disponibilidade durante o ano todo. Um desses métodos é a remoção de água, sendo um processo complexo que pode afetar as características nutricionais e sensoriais dos produtos secos finais. Vale ressaltar que os métodos adequados de secagem são importantes para aumentar a vida útil em alguns produtos (7; 8). De acordo com Jayanthi *et al.* (9), é necessário garantir que os métodos de processamento preservem a qualidade e a propriedade funcional de farinhas. Sendo assim, a secagem de produtos alimentícios visa a redução do seu volume e de sua massa durante a remoção de água livre, sendo um processo amplamente utilizado na indústria de alimentos, sabendo que a variável tempo e a temperatura destacam-se entre as variáveis que mais influenciam esse fenômeno (10).



Após processamento para terem maior vida útil, as batatas podem ser utilizadas para a produção de farinhas, salientando que a escolha do tipo de farinha para utilização de produtos, depende das características desejadas do alimento (11). A adição de alguns ingredientes, em diferentes proporções pode modificar as características das massas, podendo enriquecê-la com vários aditivos, ressaltando que as matérias-primas básicas para a produção de produtos panificados, como farinha de trigo mole (*Triticum aestivum*) podem ser substituídos totalmente ou parcialmente por outras matrizes (12), e a farinha de batata-doce se apresenta como uma opção promissora. Sendo assim, na presente revisão objetivou-se elencar alguns fatores sobre a utilização da batata-doce na elaboração de farinhas e sua possível utilização na área da panificação.

- **Batata-doce (*Ipomoea batatas* [L.]**

De acordo com Lafia *et al.* (13), a batata-doce é uma das hortaliças mais consumidas no mundo e no Brasil, devido sua qualidade nutricional e de ser uma fonte nutritiva, barata e de fácil aquisição. A cultura pode ser considerada uma planta rústica, com ampla adaptação climática e se desenvolve bem em locais com temperatura média ideal de 30 °C durante o dia e de 20 °C à noite, sendo tanto temperaturas mais altas quanto baixas, fator para causar danos irreversíveis à qualidade das raízes e da produtividade (14). A produtividade nacional de batata-doce tem apresentado um crescimento ascendente, apesar da tendência crescente, o Brasil ainda ocupa a 37ª posição nesse quesito, com produtividade bem inferior à dos principais países produtores como, por exemplo, Senegal, com 40,4 t/ha (15).

No Nordeste, a baixa produtividade é justificada pelas variedades rústicas que são muito utilizadas, como a Campina e Granfina (16); Carvalho, Kist e Poll (17) ainda afirmam que houve diminuição na produção devido ao ataque de doenças e pragas. É importante salientar que a batata-doce é difundida e cultivada no estado da Paraíba, principalmente no Brejo e Litoral do estado, que é um dos maiores produtores de batata-doce do Brasil. Por outro lado, a área apresenta produtividade média de 7,78 por hectares (3).

Essa cultura tem grande importância econômica e social, resultante da rusticidade, ampla adaptação climática e elevada capacidade de produção de energia em curto espaço de tempo. Existe diversidade entre as variedades locais de batata-doce das diversas regiões produtoras do Brasil, sabendo que no Brasil já foram registradas um total de 29 cultivares de batata-doce pelo no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (18; 19).



- **Métodos de secagem**

Ozdemir *et al.* (20) afirmam em sua pesquisa que a secagem é um método importante do ponto de vista de preservação da qualidade do produto, sabendo que a eficácia do processo depende de algumas condições, como temperatura, velocidade do ar, tempo, uso de equipamentos específicos, entre outros. Salientando que a secagem é um procedimento físico antigo de conservação de alimentos, utilizado para preparação de produtos alimentares, assim, evitando deterioração e contaminação durante o armazenamento dos mesmos. A secagem com ar quente, têm sido bastante utilizada na indústria de alimentos, principalmente pelo baixo custo e pela facilidade de operar, porém, os alimentos podem ser afetados em relação ao rendimento final e qualidade do produto, utilizando essas as condições de secagem (21).

A inibição do crescimento de bactérias e sua proliferação ocorre pela remoção da umidade do produto fresco, na qual aumentam a vida útil do produto final, entre eles as farinhas. Existem dois tipos de umidade dentro de um alimento fresco, a água ligada e a água livre. A água ligada é representada por uma solução líquida retida em uma matriz sólida. Na secagem, a energia é transferida do agente de secagem quente para o produto fresco. Em segundo lugar, ocorre uma evaporação da umidade ilimitada (água livre) (22). Existem diversos métodos de secagem, entre eles, a secagem em estufa, em liofilizador e micro-ondas, sendo bastante utilizadas.

**- Secagem convencional em estufa**

A secagem com ar quente em estufa, é um meio de secagem eficaz para produzir frutas secas, vegetais, entre outros, tendo como agente secante o ar quente, com mecanismo a troca entre o produto e o ar quente liberado pela estufa durante a secagem, na qual apresenta algumas vantagens, como longa vida útil, baixo custo e facilidade no manuseio. Assim como todos os processamentos de alimentos, a secagem convencional em estufa apresenta desvantagens como, alta temperatura, longo tempo de secagem, exposição à oxidação, além de gerar sabores, e também influenciando a formação de crostas nos produtos secos (23; 24).

**- Liofilização**



A liofilização consiste no congelamento do produto seguido pela desidratação, ocorrendo pelo processo de sublimação, na qual reduz do teor de água, diminuindo a ocorrência de reações como a degradação do produto, sendo uma alternativa no setor nutracêutico com grande importância, possibilitando o aumento de compostos bioativos, além de melhorar diversos pontos como, a logística, facilitando o transporte e armazenamento do produto, devido ao menor volume apresentado (25; 26). Além de tudo, o processo permite a manutenção de características biológicas, nutricionais e sensoriais semelhantes ao dos produtos iniciais.

#### **- Secagem em micro-ondas**

Esse método de secagem é fundamentado no aquecimento volumétrico que ocorre quando as ondas eletromagnéticas passam pelo material, gerando uma oscilação das moléculas. Essa oscilação produz energia térmica, removendo a umidade ligada do interior do produto. A secagem consiste em material úmido que absorve a energia de micro-ondas, convertendo-a em calor (23; 27). Joardder; Karim; Kumar (27), afirmam que o processo de secagem por microondas obtém produtos secos de alta qualidade, reduzindo os custos e sendo realizada com elevada eficiência energética, destacando esse método entre os convencionais, gerando redução do tempo de secagem e maior rendimento e qualidade do produto final.

- **Farinha de batata-doce e sua aplicação em produtos alimentícios e de panificação**

A farinha é o produto obtido da moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer processos tecnológicos adequados, devendo o produto ser denominado de farinha seguido do nome do vegetal de origem. Sabendo que atualmente é bastante comum a utilização de farinhas vegetais como ingredientes, pois elas desempenham um papel importante nas indústrias (28).

Marchetti, Califano e Andrés (29) afirmam que as farinhas de matérias-primas alternativas têm sido mostradas como produtos promissores, que podem ser utilizados como ingredientes alimentícios em produtos de panificação e em muitos alimentos consumidos com frequência. As farinhas podem ser utilizadas como alternativa para substituição da



farinha de trigo, uma das farinhas mais utilizadas, e a utilização da farinha de batata-doce serve para compor farinhas mistas, onde são usadas na elaboração de produtos de panificação, entre eles, biscoitos, pães e massas alimentícias.

O mundo passa por modificações, e com o desenvolvimento e o aumento na demanda por alimentos, a procura por fontes alternativas para a alimentação bem como por novos processos tecnológicos, fazem os consumidores buscarem por produtos funcionais e inovadores. Essa busca tem colaborado para a utilização de novos ingredientes, sendo eles, ricos em nutrientes e benefícios a saúde (29).

As farinhas podem ser adicionadas às massas, onde são determinadas pela sua qualidade, podendo serem escolhidas na maioria das vezes por sua coloração com cor amarela natural uniforme, o que pode ser modificada de acordo com a coloração das farinhas atribuídas (12). Salientando que a adição de ingredientes nutritivos e com matrizes funcionais, tornam os produtos ricos em compostos que são benéficos a saúde, onde são denominados “alimentos com alegação de propriedades funcionais” os produtos que oferecem efeitos positivos sobre a saúde ou ingredientes comprovados com estas características.

O grande interesse e consumo por alimentos funcionais devem-se aos comprovados benefícios trazidos à saúde, sabendo que o implemento de farinhas aos produtos reforça a adição de fibras como um modo de oferecer esses efeitos positivos. Essas fibras utilizadas nos produtos de panificação, são utilizadas de diferentes fontes: batatas, nozes, arroz, ervilha, maçã, cevada, laranja, banana ou bagaço de uva, todos incorporados em receitas para substituir parcialmente a farinha de trigo (30), sendo a batata-doce uma opção a ser incorporada a partir da sua farinha, salientando que os novos ingredientes alimentares, podem afetar as características nutritivas e sensoriais, a aparência física do produto, a preparação de alimentos elaborados com estas matérias-primas e o processamento ou estocagem de maneira característica.

## **Conclusão**

Através da revisão dos trabalhos que utilizaram a batata-doce na formulação de produtos que usam a farinha de trigo como principal matéria-prima, além da transformação em farinha, pode-se ressaltar que a batata-doce por ser rica em componentes nutritivos, a sua





utilização em forma de farinha agrega valor aos produtos, os transformando em produtos funcionais, com grandes benefícios a saúde.

### Referências Bibliográficas

1. SILVA, L. D. R. et al. Sweet potato yield in response to different potassium sources and splitting of fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 26, n. 7, p. 527-532, jul. 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n7p527-532>.
2. WU, Q. et al. Characterization, antioxidant and antitumor activities of polysaccharides from purple sweet potato. **Carbohydrate Polymers**, [S.L.], v. 132, p. 31-40, nov. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.06.045>.
3. LANDAU, E. C; VALADARES, G. M; SILVA, G. A da. Evolução da produção de batatadoce (*Ipomoea batatas*, Convolvulaceae). In: Landau, E. C; Silva, G. A. da; Moura, L.; Hirsch, A.; Guimarães, DP. Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: produtos de origem vegetal. Brasília: Embrapa, 2020. Cap.15, p.437-461.
4. LIMA, I. C. et al. **Vida útil e qualidade de duas espécies de hortaliças não convencionais: capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) e ora-pro-nobis (*Pereskiaaculeata* Miller). 2017. 136 p.** 2017. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
5. MORENO, J. S. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies.** 2016. Tese de Doutorado. Tese de mestrado (82). Universidade estadual do sudoeste da Bahia.
6. SANTOS, N. C et al. Red rice (*Oryza sativa*L.) use in flour production: convective drying and bioactive quality. **Journal Of Food Process Engineering**, [S.L.], v. 43, n. 10, p. e13490, 15 jul. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpe.13490>.
7. KANWATE, B. D.; BALLARI, R. V.; KUDRE, T. G. Influence of spray-drying, freeze-drying and vacuum-drying on physicochemical and functional properties of gelatin from *Labeo rohita* swim bladder. **International Journal Of Biological Macromolecules**, [S.L.], v. 121, p. 135-141, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.015>.



8. MA, Qiqi et al. Effect of different drying methods on the physicochemical properties and antioxidant activities of mulberry leaves polysaccharides. **International Journal Of Biological Macromolecules**, [S.L.], v. 119, p. 1137-1143, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.023>.
9. JAYANTHI, B. et al. Influence of freeze-drying and fresh cooking on starch morphology and physicochemical and thermal properties of various tropical tubers. **International Journal Of Biological Macromolecules**, [S.L.], v. 183, p. 1794-1806, jul. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.05.136>.
10. BARBOSA, T. A. et al. Determinação da cinética de secagem de produtos alimentícios usando algoritmos genéticos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 3, pág. 28-37, 2016.
11. MAHLOKO, L. M. et al. Bioactive compounds, antioxidant activity and physical characteristics of wheat-prickly pear and banana biscuits. **Heliyon**, [S.L.], v. 5, n. 10, p. e02479, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02479>.
12. SZYCHOWSKI, P. J. et al. Kinetics, biocompounds, antioxidant activity, and sensory attributes of quinces as affected by drying method. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 255, p. 157-164, jul. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.075>.
13. LAFIA, A. T. et al. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE BISCOITOS BIOFORTIFICADOS COM FARINHA DE BATATA-DOCE / NUTRITIONAL COMPOSITION OF BIOFORTIFIED COOKIES WITH SWEET POTATO FLOUR. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 9, p. 66846-66861, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n9-209>.
14. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção da Batata Doce. Agosto de 2021.
15. FAOSTAT, 2020. Countries by commodity: sweet potatoes. Disponível em: [http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity). Acesso em: 11 de nov. 2021.
16. SUASSUNA, S. C.; ARAÚJO, D. L.; FERREIRA, D. S.; MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, L. F. Lâminas de irrigação e nitrogênio no crescimento de duas cultivares de batata doce no sertão paraibano. In: CONGRESSO INTERNACIONAL



- DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2., 2017, Natal. Anais [...]. Natal: COINTER, 2017. p. 1-10.
17. CARVALHO C; KIST B. B; POLL H. (2017) Anuário brasileiro de hortaliças. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz, 56 p.
  18. AMARO, G. B. et al. Desempenho de cultivares de batata-doce para rendimento e qualidade de raízes em Sergipe. *Embrapa Hortaliças-Artigo em periódico indexado (ALICE)*. **Rev. Bras. Cienc. Agrar.**, Recife, v.14, n.1, e5628, 2019.
  19. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA. Cultivares de batata-doce registradas. Brasília: MAPA, 2016. [http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc//cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc//cultivarweb/cultivares_registradas.php). 13 Abr. 2016.
  20. OZDEMIR, Y. et al. Olive semidrying process: oleuropein degradation in relation to sensory bitterness. **Journal of Food Science and Nutrition**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2018.
  21. CALÍN-SÁNCHEZ, Á. et al. Comparison of Traditional and Novel Drying Techniques and Its Effect on Quality of Fruits, Vegetables and Aromatic Herbs. **Foods**, [S.L.], v. 9, n. 9, p. 1261, 9 set. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/foods9091261>.
  22. ÖZBEK, B.; DADALI, G. Thin-layer drying characteristics and modelling of mint leaves undergoing microwave treatment. **Journal Of Food Engineering**, [S.L.], v. 83, n. 4, p. 541-549, dez. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.04.004>.
  23. KUMAR, C.; KARIM, M. A. Microwave-convective drying of food materials: A critical review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 59, n. 3, p. 379-394, 2019.
  24. RAGHAVI, L.M.; MOSES, J.A.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Refractance window drying of foods: a review. **Journal Of Food Engineering**, [S.L.], v. 222, p. 267-275, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.11.032>.
  25. DE OLIVEIRA, J. da S.; DA SILVA, R. S.; DA SILVA, M. T. Caracterização química e funcional de polpa de Cubiu (*Solanun sensiflorum* Dunal) liofilizada para consumo em cápsulas. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 14, pág. e380101421993-e380101421993, 2021.



26. MOSQUERA-VIVAS, E. S.; AYALA-APONTE, A. A.; SERNA-COCK, L. Ultrasonido y Deshidratación Osmótica como Pretratamientos a la Liofilización de Melón (*Cucumis melo* L.). **Información tecnológica**, v. 30, n. 3, p. 179-188, 2019.
27. JOARDDER, M. U. H.; KARIM, A.; KUMAR, C. Efeito da distribuição de temperatura na predição da qualidade de alimentos desidratados por micro-ondas. **Revista de Engenharia Mecânica e Ciências**, v. 5, n. Dezembro, pág. 562-568, 2013.
28. CASTILHO, F.; FONTANARI, G. G.; BATISTUTI, J. P. Evaluation of some functional properties of lupin sweet flour (*Lupinus albus*) and faba bean flour (*Cajanus cajan* (L) Millsp) and their utilization in cooked ham production. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 1, p. 68-75, 2010.
29. MARCHETTI, L.; CALIFANO, A. N.; ANDRÉS, S. C. Substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de bagaço de noz-pecã em produtos de panificação. Efeito na qualidade dos muffins. **LWT**, v. 95, p. 85-91, 2018.
30. DE ROSSI, P. H. S.; BRUNATTI, A. C. S. ALTERNATIVAS DO USO DA FARINHA DE TRIGO EM PRODUTOS PANIFICÁVEIS: UMA REVISÃO. In: **IX JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2020.



## Filmes de desintegração oral: Uma revisão

**Simone Canabarro Palezi<sup>1\*</sup>; Natasha Spindola Marasca<sup>1</sup>; Vilásia Guimarães Martins<sup>1</sup>.**

**Resumo:** A utilização de filmes de desintegração oral (FDO), como veículo para liberação de compostos ativos, tem despertado interesse, principalmente pelas vantagens como a facilidade de deglutição, dose precisa, são finos, flexíveis e apresentam um maior conforto e aceitabilidade ao paciente em comparação com comprimidos orais, uma vez que não precisam de água para administração. A produção dos FDOs utiliza basicamente polímeros, agente plastificante e compostos ativos sendo que para aumentar a aceitação, agentes aromatizantes, adoçantes e estimulantes de saliva podem ser adicionados. Mesmo que os diferentes componentes da formulação tenham efeito sobre as propriedades dos filmes, o polímero usado tem um forte efeito sobre o tempo de desintegração, sendo que a liberação de ingredientes ativos pode ser controlada em função do polímero utilizado para sua produção. Em relação aos métodos utilizados na produção de FDOs, os principais atualmente utilizados são evaporação de solvente e extrusão a quente. Porém, um dos grandes desafios para a produção de filmes orais é quando a formulação é estendida do laboratório para a escala industrial, porque fatores como aquecimento, velocidade de mistura e temperaturas podem levar a mudanças na qualidade do filme. Recentemente os FDOs foram desenvolvidos como transportadores de compostos ativos, como vitaminas, compostos fenólicos, antioxidante e atividade antimicrobiana. Assim, foi verificado que os filmes de desintegração oral são uma via alternativa de entrega de princípios ativos, diferentes das já existentes, o que justifica o crescente interesse por esta forma de entrega de compostos ativos.

**Palavras-chave:** Compostos ativos. Filmes orais. Métodos. Polímeros.

### Introdução

Os filmes de desintegração oral (FDO) são uma nova tecnologia desenvolvida para administração oral de ingredientes ativos (1). A administração oral é a rota mais popular devido à facilidade de ingestão, à ausência de sintomas de dor assim como à aceitação do paciente (2). Entretanto, alguns pacientes apresentam dificuldades para ingerir medicamentos de dosagens sólidas, principalmente no caso de pacientes pediátricos e geriátricos, devido ao medo de asfixia, ou por sofrerem de disfagia (2).

<sup>1</sup> Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Escola de Química de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul/Brasil.  
E-mail para a correspondência: simonecpalezi@gmail.com





FDOs, são filmes poliméricos finos que rapidamente se hidratam e aderem à mucosa umedecida pela saliva, desintegram suas matrizes e liberam compostos ativos para absorção. Os métodos mais comuns para produzir FDOs incluem o método de fundição por solvente e extrusão de fusão a quente (3). Ainda assim, tecnologias como técnica tape-casting e impressão também têm sido estudadas como formas alternativas de produzir esses filmes (3).

Várias classes de compostos ativos podem ser incorporadas nos filmes, a maioria dos trabalhos disponíveis na literatura reportam a incorporação de compostos ativos sintéticos, tais como antidiabético (4), anti-histamínico (5), anti-inflamatório (6), dentre outros. A utilização de filmes de desintegração oral como veículo para estes compostos vem se despontando como uma alternativa promissora. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi fazer uma revisão sobre filmes de desintegração oral, suas aplicações, métodos de produção e suas principais características.

### **Filmes de desintegração oral**

Nas últimas décadas houve uma crescente busca por formas de dosagem mais acessíveis (2). Embora muitos termos são usados para descrever a forma de dosagem do filme oral, como tira fina, filme oral, filme de dissolução oral, filme de dissolução rápida, filme derretível, eles são chamados de “filme orodispersível” pela Agência Europeia de Medicamentos (EMA) (7). Em relação a outras formulações orais, os filmes de desintegração oral apresentam algumas vantagens, tais como, tamanho e espessura reduzida, disponibilidade de área superficial maior e facilidade de engolir (8).

Os filmes apresentam diversas vantagens, tais como facilidade de manuseio e transporte; não necessitam de água para sua administração, podem ser utilizados por pessoas com dificuldade de deglutição; e, por não sofrer a degradação do trato gastrointestinal e do metabolismo hepático, podem ser utilizadas concentrações menores do princípio ativo (9).

### **Polímeros naturais e sintéticos**



A produção de filmes de desintegração oral inclui vários ingredientes, mas o polímero é o principal, pois ajuda na formação dos filmes (10). Os polímeros podem ser de origem natural, como pululano, amido, gelatina, pectina, alginato de sódio, maltodextrina, ou de origem sintética, como carboximetil celulose, hidroxipropilmetil celulose, hidroxipropil celulose, álcool polivinílico e etil celulose, entre outros (11,12).

Os polímeros utilizados para o desenvolvimento de filmes de desintegração oral devem ser desprovidos de impurezas, baratos e facilmente disponíveis; não podem ser tóxicos nem irritantes, não devem ser amargos, nem um obstáculo no tempo de desintegração e não devem causar infecção secundária na cavidade oral (9).

### **Princípios Ativos**

Os princípios ativos quando incorporados aos filmes agregam diversas funcionalidade ao mesmo, existem vários já estudados e outros em estudos tanto de origem natural como sintética. Os filmes de desintegração oral têm potencial para a administração de diversos compostos ativos, entretanto, em função da dimensão reduzida dos FDOs, grandes doses são difíceis de ser incorporadas, geralmente comportando apenas 5 a 30% do composto ativo (2).

Os princípios ativos são adicionados para atribuir diversas funcionalidades, como propriedades antioxidantes, antimicrobianas, dentre outras. A maioria dos trabalhos disponíveis na literatura reportam a incorporação de compostos ativos sintéticos, tais como antidiabético cloridrato de metformina (4), anti-histamínico fluoxetina (5), anti-inflamatório prednisona (6)

### **Mecanismos de absorção de princípios ativos**

A mucosa bucal é uma região muito vascularizada o que facilita o processo de absorção de compostos ativos. A absorção pode ocorrer tanto pela via sublingual (região a baixo da língua) quanto pela via bucal (região lateral da cavidade oral), sendo a região sublingual a mais permeável (13).

A via oral de administração de ativos é a via preferida devido à sua facilidade de administração, adaptabilidade e aceitabilidade pelo paciente (14). O composto, quando é



absorvido na cavidade oral, evita a passagem por todo o trato gastrointestinal, evitando assim a degradação devido a ação enzimática e variações do pH, além de evitar o metabolismo de primeira passagem, garantindo uma maior estabilidade do componente e aumentando sua biodisponibilidade (15).

### **Técnicas de produção dos filmes orais**

A técnica de casting denominada método de evaporação de solvente é mais utilizada para a produção de filmes de desintegração oral devido à sua simplicidade e baixo custo (3). Nessa técnica, os materiais são solubilizados em um solvente adequado, podendo ser submetidos a agitação e aquecimento para solubilização (16). A solução obtida passa por um processo de secagem e então o filme formado pode ser cortado no tamanho desejado. Dependendo da espessura e do tamanho do filme formado, determina-se a dose do fármaco ou composto bioativo que pode ser carreada (7).

No processo de extrusão o polímero e outros ingredientes são misturados no estado seco, submetidos a um processo de aquecimento e em seguida, são extrusados. Neste processo, os solventes são completamente eliminados (9). A produção de filmes de desintegração oral pelo processo de extrusão é pouco reportada na literatura, no entanto apresentam algumas características como melhor uniformidade de conteúdo fármaco e unidades operacionais reduzidas (8).

A técnica de espalhamento, também conhecida como *tape-casting* é uma alternativa na produção de filmes de desintegração oral que pode ser interessante, de modo a viabilizar a produção em larga escala e em tempo reduzido. Nesta técnica a suspensão é moldada em uma camada fina sobre o suporte, devido ao movimento de uma lâmina niveladora. O espalhamento da solução filmogênica pode ser realizado em suportes maiores ou até mesmo em esteiras transportadoras contínuas (17).

A produção de filmes orais por meio da tecnologia de impressão 3D tem ganhado força nos últimos tempos, proporcionando uma administração do composto ativo personalizada e atendendo as necessidades do paciente (18). Entre as técnicas de impressão 3D, a modelagem por jato de tinta (inkjet drop- on-demand or continuouns, single or multi nozzle), modelagem por deposição de filamento fundido (Fused Deposition Modeling, FDM or Fused Filament Fabrication, FFF) e a estereolitografia (Stereolithography, SLA) são as mais comumente empregadas (3).



## **Caracterização dos filmes orais**

Os filmes de desintegração oral devem apresentar flexibilidade, elasticidade e estabilidade físico-química adequada, sendo capazes de resistirem processo de fabricação e ao manuseio do paciente (1,2,3,9).

## **Tempo de desintegração**

O tempo de desintegração é uma das principais caracterizações realizadas em FDOs, pois é esse que leva a classificação dos filmes em desintegração rápida ou lenta, além de relacionar o tempo de liberação do composto ativo. No entanto, o tempo de desintegração de FDOs não apresentam especificações nas principais agências regulatórias e órgãos regulamentadores, sendo adotado o tempo de desintegração para comprimidos orodispersíveis, 30 segundos pela agência regulatória americana (Food and Drug Administration, FDA) (18,19).

Vários métodos têm sido empregados para avaliar o tempo de desintegração *in vitro* como o método Slide frame onde a amostra do filme é fixada em um quadro de slides e o tempo de desintegração é o tempo necessário para que a gota dissolva o filme e forme um buraco (20). Outro método utilizado é o método da placa de Petri onde o filme é colocado em uma placa de Petri ou um béquer com um pouco de água ou saliva simulada. O tempo de desintegração é avaliado como o tempo até que o filme se dissolva completamente (20).

O Pharma test é um método onde o tempo de desintegração é determinado usando um provador de desintegração (Pharma Test) com água destilada (37°C) e agitação. O tempo de desintegração foi considerado como o tempo para o FDO se desintegrar (21). E o método de moldura deslizante onde o filme é fixado a uma placa perfurada. Na superfície do filme é depositada água destilada a 37°C; então uma bola de aço inoxidável é depositada na superfície do filme (para simular a força da língua). O tempo de desintegração é definido como o tempo necessário para que a bola perfure o filme e caia na parte inferior do sistema (22).

## **pH de superfície**



O pH da superfície de filmes de desintegração oral é um parâmetro importante a ser determinado, no entanto, diferentes metodologias podem ser encontradas, como realizar medidas de pH utilizando uma placa de ágar (2% m/V) utilizando tampão fosfato isotônico aquecido de pH 7,4 (23). Também foi estudado a utilização de uma placa de ágar previamente preparada onde os filmes incharam por 2h, porém, utilizando tampão fosfato de pH 6,75 (24). Outros estudos adaptaram este protocolo usando apenas 15min para inchar o filme (25).

Em outro estudo foi proposto medidas de pH de superfície usando água destilada (26). Outros autores propuseram uma adaptação desta metodologia, onde ao invés de usar água destilada utilizaram tampão fosfato (pH 6,75) para simular o pH da mucosa oral (27, 28). Os FDOs, independente do biopolímero ou princípio ativo, geralmente apresentam pH de superfície próximo ao pH da cavidade oral (6,8). Entretanto, essa característica pode variar com a incorporação de compostos ativos.

### **Dissolução de filmes de desintegração oral**

Os testes de dissolução são uma importante ferramenta para avaliar o perfil de liberação de compostos incorporados na matriz polimérica, que são realizados principalmente para avaliar a concentração do composto liberado ao longo do tempo (30). Como a taxa de liberação pode ser influenciada pelos componentes utilizados na formulação dos filmes de desintegração oral e hidrófilos ou características hidrofóbicas de todos os componentes da matriz, bem como a interação entre eles, podem influenciar de forma significativa a taxa de dissolução do princípio ativo. Geralmente o uso de um polímero hidrofílico permite uma rápida dissolução em contato com saliva liberando o composto ativo de forma eficiente (14).

De acordo com a Farmacopeia, o sistema de dissolução consiste em três componentes, que são recipientes abertos cilíndricos e fundo hemisférico; centralizado em aço inoxidável varetas para promover a agitação do meio, podendo ser em forma de cestos ou lâminas; e um sistema para controlar a velocidade de rotação das hastes. Em geral, a temperatura de teste é mantida a  $37 \pm 0,5^\circ\text{C}$  e deve estar livre de qualquer fonte de vibração. Diversas soluções e volumes são usados nos testes, como 250mL (31) e 900mL (32) e soluções como fluido salivar simulado com pH 6,8 (31), água destilada





(33), HCl 0,1 M (32) e o tempo de coleta da amostra de acordo com o princípio ativo em avaliação.

## **Conclusão**

Os filmes de desintegração oral podem ser produzidos através de diferentes polímeros desde que estes tenham capacidade de formação de filme. Sua produção é baseada em diferentes técnicas como casting e extrusão e mais recentemente pelas técnicas de tape-casting e de impressão. Os FDOs podem ser usados como carreadores de compostos ativos sintéticos e também naturais.

A composição dos biopolímeros apresenta influência significativa nas propriedades de tempo de desintegração, pH de superfície e dissolução do composto ativo. Vale destacar que as metodologias para caracterização desses materiais não são padronizadas, existem várias metodologias disponíveis na literatura o que dificulta a comparação de propriedades importantes de filmes de desintegração produzidos com diferentes polímeros.

## **Referências Bibliográficas**

1. TAKEUCHI, Y. et al. Novel use of insoluble particles as disintegration enhancers for orally disintegrating films. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, v. 54, n. July, p. 1–8, 2019.
2. PATEL, A. R.; PRAJAPATI, D. S.; RAVAL, J. A. Fast dissolving films (FDFs) as a newer venture in fast dissolving dosage forms. **International Journal of Drug Development and Research**, v. 2, n. 2, p. 232–246, 2010.
3. MUSAZZI, U. M. et al. Poly(methyl methacrylate) salt as film forming material to design orodispersible films. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 115, n. 2017, p. 37–42, 2018.
4. HAQUE, S. E.; SHEELA, A. Development of polymer-bound fast-dissolving metformin buccal film with disintegrants. **International Journal of Nanomedicine**, v. 10, p. 199–205, 2015.
5. CHEVALA, N. T. et al. Design and development of fluoxetine hydrochloride oro flash films to alleviate major depressive disorder. **Journal of Pharmaceutical Investigation**,



- v. 45, n. 6, p. 493–501, 2015.
6. BRNIAK, W.; MAŠLAK, E.; JACHOWICZ, R. Orodispersible films and tablets with prednisolone microparticles. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 75, p. 81–90, 2015.
7. MUSAZZI, U. M. et al. Poly(methyl methacrylate) salt as film forming material to design orodispersible films. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 115, n. 2017, p. 37–42, 2018.
8. ARYA, A. et al. Fast dissolving oral films: An innovative drug delivery system and dosage form. **International Journal of ChemTech Research**, v. 2, n. 1, p. 576–583, 2010.
9. DIXIT, R. P.; PUTHLI, S. P. Oral strip technology: Overview and future potential. **Journal of Controlled Release**, v. 139, n. 2, p. 94–107, 2009.
10. NAGAR, P.; CHAUHAN, I.; YASIR, M. Insights into Polymers: Film Formers in Mouth Dissolving Films. **Drug Invention Today**, v. 3, n. 12, p. 280–289, 2011.
11. BALA, R. et al. Orally dissolving strips: A new approach to oral drug delivery system. **International Journal of Pharmaceutical Investigation**, v. 3, n. 2, p. 67, 2013.
12. CIANNAMEA, E. M. et al. Barrier properties and mechanical strength of bio-renewable, heat-sealable films based on gelatin, glycerol and soybean oil for sustainable food packaging. **Reactive and Functional Polymers**, v. 125, n. February, p. 29–36, 2018.
13. ROHANI SHIRVAN, A.; BASHARI, A.; HEMMATINEJAD, N. New insight into the fabrication of smart mucoadhesive buccal patches as a novel controlled-drug delivery system. **European Polymer Journal**, v. 119, n. July, p. 541–550, 2019.
14. IRFAN, M. et al. Orally disintegrating films: A modern expansion in drug delivery system. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 24, n. 5, p. 537–546, 2016.
15. HEARNDEN, V. et al. New developments and opportunities in oral mucosal drug delivery for local and systemic disease. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 64, n. 1, p. 16–28, 2012.
16. KUMAR, P. A. et al. *Pharmaceutical sciences*. v. 4, n. 09, p. 3193–3201, 2017.
17. DE MORAES, J. O. et al. Scale-up of the production of cassava starch based films using tape-casting. **Journal of Food Engineering**, v. 119, n. 4, p. 800–808, 2013.



18. PREIS, M.; BREITKREUTZ, J.; SANDLER, N. Perspective: Concepts of printing technologies for oral film formulations. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 494, n. 2, p. 578–584, 2015.
19. SPEER, I.; PREIS, M.; BREITKREUTZ, J. Novel Dissolution Method for Oral Film Preparations with Modified Release Properties. **AAPS PharmSciTech**, v. 20, n. 1, 2019.
20. GARSUCH, V.; BREITKREUTZ, J. Comparative investigations on different polymers for the preparation of fast-dissolving oral films. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 62, n. 4, p. 539–545, 2010.
21. LIEW, K. BIN; PEH, K. K.; FUNG TAN, Y. T. Orally disintegrating dosage forms: Breakthrough solution for non-compliance. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 5, n. 4, p. 4–8, 2013.
22. STEINER, D.; FINKE, J. H.; KWADE, A. Efficient production of nanoparticle-loaded orodispersible films by process integration in a stirred media mill. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 511, n. 2, p. 804–813, 2016.
23. HATI, S.; PATEL, M.; YADAV, D. Food bioprocessing by non-thermal plasma technology. **Current Opinion in Food Science**, v. 19, p. 85–91, 2018.
24. NAFEE, N. A. et al. Design and characterization of mucoadhesive buccal patches containing cetylpyridinium chloride. **Acta Pharmaceutica**, v. 53, n. 3, p. 199–212, 2003.
25. SHIDHAYE, S. S. et al. Mucoadhesive bilayered patches for administration of sumatriptan succinate. **AAPS PharmSciTech**, v. 9, n. 3, p. 909–916, 2008.
26. PRABHU, P. et al. Formulation and evaluation of fast dissolving films of levocetirizine di hydrochloride. **International Journal of Pharmaceutical Investigation**, v. 1, n. 2, p. 99, 2011.
27. DOS SANTOS GARCIA, V. A. et al. Gelatin and pregelatinized starch orally disintegrating films: Properties and stability of vitamin C. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 134, n. 20, p. 1–9, 2017.
28. TEDESCO, M. P.; MONACO-LOURENÇO, C. A.; CARVALHO, R. A. Characterization of oral disintegrating film of peanut skin extract—Potential route for buccal delivery of phenolic compounds. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 97, p. 418–425, 2017.
30. GARCIA, V. A. DOS S. et al. Orally disintegrating films of biopolymers for drug delivery. **Biopolymer Membranes and Films**, p. 289–307, 2020.



31. EL SHARAWY, A. M.; SHUKR, M. H.; ELSHAFEEY, A. H. Formulation and optimization of duloxetine hydrochloride buccal films: In vitro and in vivo evaluation. **Drug Delivery**, v. 24, n. 1, p. 1762–1769, 2017.
32. LIEW, K. BIN; PEH, K. K.; FUNG TAN, Y. T. Orally disintegrating dosage forms: Breakthrough solution for non-compliance. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 5, n. 4, p. 4–8, 2013.
33. PUTTIPIPATKHACHORN, S. et al. Drug physical state and drug-polymer interaction on drug release from chitosan matrix films. **Journal of Controlled Release**, v. 75, n. 1–2, p. 143–153, 2001.

### **Agradecimentos**

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001".



## **Modificações físicas e químicas do amido e suas perspectivas na indústria**

**Geycson Figueiredo Dias<sup>1</sup>; Thais Silveira Pimenta<sup>2</sup>;  
Mária Herminia Ferrari Felisberto<sup>3</sup>; Marcio Schmiele<sup>4</sup>**

**Resumo:** No mundo moderno, seja na indústria de alimentos ou na química, o amido é um dos materiais mais utilizados na confecção de novas formulações e produtos. Porém, para que seu uso seja satisfatório, por várias vezes são utilizadas técnicas de modificação estrutural morfológica ou química do amido para que as especificações do produto final sejam atendidas. As técnicas mais exploradas compreendem modificações químicas (acetilação, cationização, esterificação, oxidação, intercruzamento e hidrólise ácida) e as modificações físicas (pré-gelatinização, hidrotérmica, anelamento, HMT (heat moisture treatment), ultrassom, plasma e termodextrinização). Com ênfase na técnica de termodextrinização, foram identificados avanços e setores nos quais essa modificação do amido pode ser inserida, e com melhorias impostas ao produto final. Assim, um potencial para uso na indústria de alimentos e na geração de novas formulações na indústria química foram identificadas. Além disso, esta técnica pode transformar o amido em um ingrediente valioso tanto pelas suas características naturais como a biodegradação, considerando a crescente preocupação com os danos ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Digestibilidade. Piroconversão. Pré-gelatinização. Termodextrinização.

### **Introdução**

O amido é um tipo de carboidrato de origem vegetal amplamente presente na natureza, sendo formado basicamente por cadeias de alfa-D-glucose que podem estar arrançadas de forma essencialmente linear, mas com poucos pontos de ramificação (amilose) e de forma altamente ramificada (amilopectina), além de apresentar uma fração denominada de material intermediário (1), conforme a Figura 1.

Atualmente, na indústria de alimentos utiliza-se largamente das características do amido para a produção de novos produtos ou adição/substituição em formulações já existentes. Comumente, o amido pode ser utilizado como, espessante, emulsificante,

---

<sup>1</sup>\*Bacharel em Ciência e Tecnologia. Graduando em Engenharia Química, ICT, UFVJM. E-mail: geycson.figueiredo@ufvjm.edu.br

<sup>2</sup>Bacharela em Ciência e Tecnologia. Engenheira de Alimentos. Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: thais\_pimenta12@hotmail.com

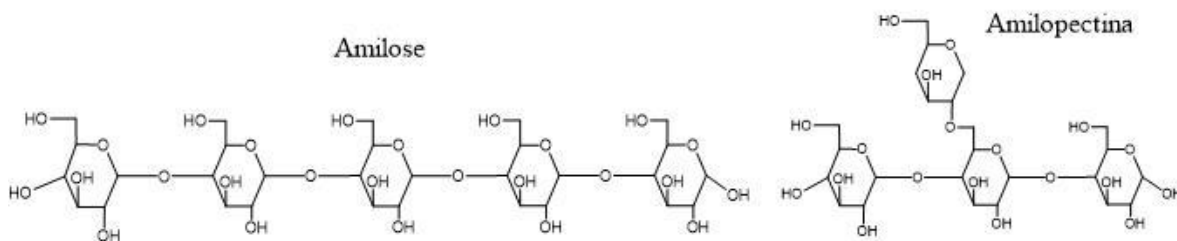
<sup>3</sup>Engenheira de Alimentos. Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, DTA, UFV. E-mail: maria.felisberto@ufv.br

<sup>4</sup>Químico de Alimentos. Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br



estabilizante, umectante, geleificante, estruturante ou até mesmo como substituto da matéria-prima amilácea principal do processo, em caso de escassez da mesma.

**Figura 1:** Cadeias alfa-D-glucose (Linear = Amilose) e (Ramificada = Amilopectina)



Fonte: Dos Autores, 2022. Estruturas químicas elaboradas com o software livre ACD/ChemSketch.

Em conjunto a todas estas características e usos diferenciados do amido, existe uma demanda cada vez maior de busca por novas aplicações deste homopolissacarídeo, não só na área alimentícia, como também na área química (fármacos, petroquímicos, químicos), além da aplicação em cosméticos, indústria têxtil e de papel. Porém, para ampliar a gama de produtos em que o amido é aplicado, além de contornar as limitações do amido nativo, faz-se necessário a utilização de mecanismos de modificação deste material, seja de forma genética, enzimática, química, física ou combinada, para que então a adição desta matéria-prima aos produtos seja feita de forma satisfatória e atinja os resultados esperados.

Neste contexto, serão apresentadas algumas formas de modificação química ou física do amido a partir de uma revisão integrativa, dando ênfase no processo de termodextrinização, também conhecido como pirodextrinização e as inovações no setor industrial.

### Processos de modificação química

A modificação química do amido é realizada com a introdução de um grupo funcional à molécula polimérica do amido nativo, trazendo mudanças distintas nas propriedades físico-químicas da estrutura molecular e mudanças nas propriedades morfológicas e estruturais. Tais modificações ajudam também de certa forma, na estabilização de ligações intra e intermoleculares. A modificação química dos amidos é geralmente realizada através da derivatização como, cationização, esterificação, oxidação e hidrólise ácida.

### Processo de cationização



Os amidos catiônicos são derivados vitais da indústria, produzidos pela introdução de uma carga iônica positiva com a ajuda de grupos funcionais como amônio, amino, sulfônico ou fosfônio (2).

Neste caso, o grupo hidroxila dos amidos nativos é substituído por uma carga iônica utilizando cloreto de 2,3-epoxipropilmetilamônio (ETA) como um monômero catiônico sob processos úmidos, secos ou intermediários. O método úmido é o mais utilizado entre os três, pois durante a cationização úmida de amidos, a reação procede de forma direta, misturando o amido com água para formar uma suspensão homogênea com uma concentração de 40% e com um ajuste de pH entre 11-12 com a adição de um agente químico cationizante. O amido será cationizado completamente ao manter todas essas condições a uma temperatura entre 40-45 °C por um período de 12-16 horas. No processo de cationização seco (ausência da fase líquida), o reagente é pulverizado sob o amido seco durante o processo de extrusão, enquanto o mesmo processo é repetido e as misturas são tratadas termicamente durante o processo semiseco (2).

### **Processo de esterificação**

A esterificação é um processo vital de alteração estrutural e de propriedades físico-químicas do amido, tornando-o muito versátil à aplicação na confecção de novos materiais para a indústria. O processo de esterificação consiste na transformação do amido nativo quando reagido com diferentes derivados de ácidos orgânicos (anidridos, cloretos) ou ácidos inorgânicos (fosfatos, sulfatos). Uma curiosidade referente aos ésteres inorgânicos de amido, por exemplo, o amido fosfatado, é que estes exibem uma alta viscosidade e claridade de pasta, tornando-os adequados como agentes adesivos, espessantes ou estabilizadores. Lembrando que um alto grau de substituição dos grupos hidroxila (OH) via esterificação é usualmente desejado para a utilização direta do amido em aplicações de polímeros termoplásticos. Geralmente, a esterificação do amido promove melhorias em aspectos como: maquinabilidade, hidrofobicidade, redução de cristalinidade e maior flexibilidade (3).

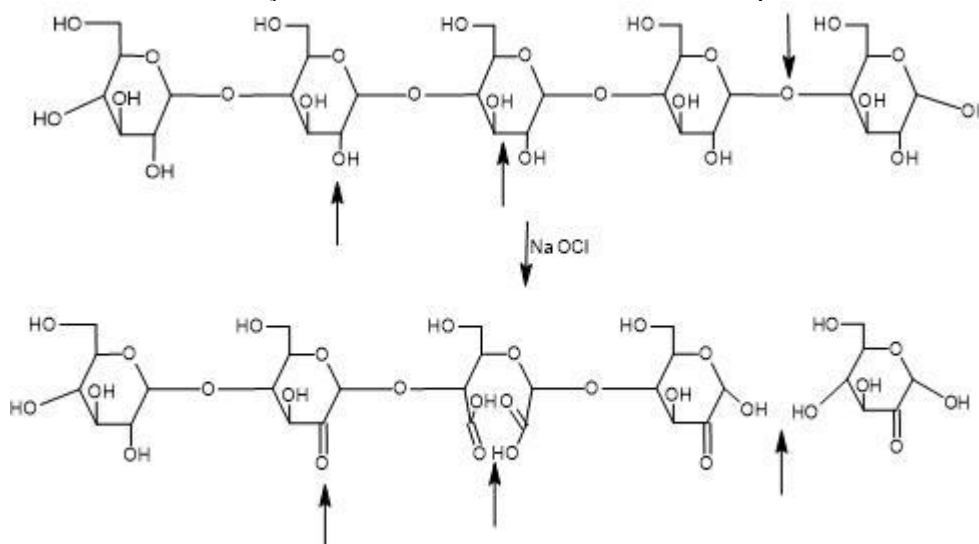
### **Processo de oxidação**

A oxidação ocorre com a introdução de um agente oxidante na molécula de amido, mantendo-se o controle de parâmetros como temperatura e pH, podendo promover até a hidrólise do polímero, dependendo do grau de modificação. Apesar do hipoclorito causar

danos como poluição do ar e da água devido ao teor de cloro residual, este ainda é o agente oxidante mais utilizado, uma vez que o mesmo oxida a molécula sem nenhum resíduo como subproduto. Outros agentes oxidantes comuns são o permanganato de potássio, ozônio, o peróxido de hidrogênio e o persulfato (4).

Quando o amido é oxidado, os grupos hidroxila da molécula de amido transformam-se em grupos carbonila e carboxila. A oxidação do amido geralmente é realizada com hipoclorito de sódio (NaOCl) para a efetiva produção dos grupos carbonila e carboxila (4), como mostrado na Figura 2, lembrando que a conversão dos grupos não é total.

**Figura 2:** Processo de oxidação da molécula de amido, utilizando-se do hipoclorito de sódio



Fonte: Dos autores, 2022. Estruturas químicas elaboradas com o software livre ACD/ChemSketch.

Os amidos modificados por processo de oxidação são geralmente menos viscosos, mais estáveis, formam melhores filmes e possuem menor tamanho molecular do que sua contraparte nativa (4).

### Processo de hidrólise ácida

O processo de hidrólise ácida tem como objetivo alterar as estruturas e propriedades do amido. A hidrólise ácida forma basicamente amido solúvel em água à temperatura abaixo da temperatura de transição vítrea que está por volta de 40 a 50 °C, utilizando-se de soluções comuns como, ácido sulfúrico ou ácido clorídrico (3).

A hidrólise ocorre tipicamente em dois estágios, onde visa-se hidrolisar e reduzir as cadeias poliméricas do amido, formando dextrinas. A etapa inicial está associada à hidrólise preferencial da região amorfa do grânulo de amido. Esta etapa ocorre de forma mais rápida



quando comparada com a etapa final da hidrólise da região cristalina, a qual ocorre de forma mais lenta (3).

O mecanismo da hidrólise ácida do amido começa a partir de um ataque eletrofílico do íon hidrônio ( $H_3O^+$ ) no átomo de oxigênio. Isso ocorre seguido de uma transferência de elétrons de uma das ligações carbono-oxigênio para o átomo de oxigênio, resultando em um carbocátion intermediário desigual e de alta energia, que é um ácido de Lewis, o qual reage com a água para formar uma base de Lewis, reproduzindo o grupo hidroxila (OH). A extensão da hidrólise no primeiro estágio depende do tamanho do grânulo, dos poros da superfície e conteúdo lipídico e de amilose. Já o segundo estágio é influenciado pelo grau de empacotamento cristalino, teor de amilopectina e distribuição das ramificações (3).

### **Processos de modificação física do amido**

A modificação física do amido pode ser utilizada com segurança em produtos alimentícios e pode ser alcançada através de meio hidroalcoólico, secagem em tambor rotativo, extrusão termoplástica, atomização ou micronização (2).

Os amidos nativos são geralmente utilizados no processamento de alimentos, porém, por diversas vezes a sua aplicação se torna limitada, por causa das suas propriedades físico-químicas e reológicas. Estas limitações são decorrentes da instabilidade dos grânulos de amido quando submetidos à pressão, cisalhamento, pH e temperatura (3). Um outro ponto importante é que falta nesses amidos certas propriedades funcionais tecnológicas específicas em função de sua viscosidade, insolubilidade em água e a resistência à hidrólise enzimática. Logo, para que esses amidos sejam utilizados industrialmente, estes são modificados fisicamente por pré-gelatinização, anelamento, HMT (heat moisture treatment), modificação ultrassônica, termodextrinização e etc.

### **Processamento de pré-gelatinização**

Amidos pré-gelatinizados, também chamados de amidos instantâneos, são pré-cozidos e secos com a ajuda de um tambor que possibilita os produtos a formarem um tipo estável de suspensão, que disperse em água fria. O processo de secagem em tambor é uma técnica muito aceita em nível industrial, pois permite que o produto apresente amplo espectro de texturas, solubilidade e absorção de água e estruturas porosas, alterando as propriedades funcionais evidenciadas de acordo com a intensidade do tratamento utilizado (2).



O processamento do amido pré-gelatinizado por extrusão termoplástica apresenta como vantagem a alta capacidade produtiva, ser um processamento “amigo da natureza” pois não gera efluentes e permite a produção de amidos com alto grau de solubilidade. Além disso, o processo de atomização pode ser aplicado para suspensões diluídas, mas torna-se mais oneroso e de difícil manuseio, principalmente pela propriedade de dilatância do amido. O processo de gelatinização causa mudanças significativas tanto nas propriedades químicas, quanto nas propriedades físicas dos grânulos de amido, devido ao rearranjo das ligações de hidrogênio intra e intermoleculares entre a água e o amido, resultando no colapso ou ruptura das ordens moleculares dos grânulos de amido. Isso causa mudanças irreversíveis nas propriedades do amido, incluindo a perda da estrutura organizada, inchaço do grânulo, perda de birrefringência e cristalinidade (5).

### **Anelamento**

O processo de anelamento é um método efetivo utilizado para reorganização das cadeias moleculares. Esse processo traz a vantagem de aumentar a cristalinidade das cadeias lineares da amilopectina. Além disso, o processo de anelamento promove evidência teórica para o melhoramento do material ao desenvolver a estabilidade térmica e as propriedades mecânicas do material. Baseado nas mudanças estruturais e propriedades funcionais, foi proposto que o tratamento de anelamento ajuda no melhoramento de interações de longo alcance de moléculas de amilopectina, ao rearranjar as moléculas de amilose. O processo de anelamento reduz a solubilização das  $\alpha$ -glucanas durante o entumescimento abaixo dos 100 °C, restringindo a lixiviação da amilose para fora do grânulo (2).

Com estes dados, evidencia-se primeiramente que há um fortalecimento da visão e uma reorientação molecular no grânulo de amido, que transforma parcialmente a região amorfa em vítrea, com uma elevada temperatura de vitrificação. Além disso, o melhoramento da interação da amilopectina resulta na homogeneidade da estrutura cristalina e na estabilidade do amido anelado, promovendo a proteção da integridade dos grânulos ao aumentar a temperatura de gelatinização e diminuir o intervalo de transição térmica. Com isso, o aumento da interação de aglomerados de amilopectina resulta no decaimento da viscosidade de pasta pela inibição do inchamento de grânulos de amido (2).





O objetivo principal do processo de anelamento é aproximar a temperatura de transição vítrea, na presença de solventes como água ou glicerol, que resultam numa maior mobilidade molecular junto com a prevenção da inicialização do processo de gelatinização.

### **Tratamento por calor e umidade (HMT)**

O tratamento por calor e umidade consiste em uma técnica hidrotérmica que envolve a agitação de grânulos de amido sob baixos níveis de umidade, mas a altas temperaturas (80 a 140 °C). As mudanças que são induzidas pelo HMT no amido produzido culminam em propriedades tais como: amido com formas granulares intactas e diminuição de solubilidade, do poder de inchamento, da lixiviação de amilose e do pico de viscosidade, porém, ocorre um aumento da temperatura de pasta. O nível nos quais essas mudanças nas características físico-químicas do amido ocorrem é principalmente em função da modificação na estrutura semicristalina dos grânulos de amido (2).

### **Modificação por ultrassom**

A modificação por ultrassom pode ser utilizada como uma tecnologia verde para modificar a estrutura, propriedades e composição do amido de diferentes origens. Dependendo das condições do processamento, o ultrassom pode causar a degradação ou pequenos efeitos nas cadeias de amido em nível molecular. As propriedades físico-químicas do amido são afetadas pelas mudanças estruturais. O ultrassom promove o aumento da solubilidade do amido em água e diminuição da temperatura de gelatinização e das propriedades de pasta. Estas alterações são dependentes de fatores como frequência, intensidade e temperatura do sistema água-amido, duração o processo de ultrassom, tipo e estrutura do amido e composição do gás na atmosfera (3). Além de induzir fissuras e poros na estrutura granular do amido, aumento a eficiência das reações de modificação.

### **Termodextrinização**

O processo de termodextrinização, pirodextrinização ou piroconversão é realizado comumente a partir do aquecimento das partículas de amido na presença de um catalisador ácido ou básico. Logo, a pirodextrina, que é o produto resultante, pode ser produzida em todos os tipos de amidos comerciais, sejam provenientes de grãos ou raízes tuberosas, porém os amidos mais utilizados são os de mandioca, milho e batata (6).



As pirodextrinas são usualmente classificadas em três grupos, pirodextrinas brancas, amarelas ou gomas britânicas (7) e as formas de obtenção seguem os seguintes princípios: (i) pirodextrinas brancas: formadas quando o amido é aquecido à baixas temperaturas (79 a 120 °C) na presença de um catalisador ácido (HCl) e o tempo de processo é relativamente curto (3 a 8 horas), sem alteração de cor no produto; (ii) pirodextrinas amarelas: formadas ao aquecer-se o amido a temperaturas mais altas (150 a 220 °C) na presença de um catalisador ácido, porém com um maior tempo de processamento (6 a 18 horas), e o amido resultante apresenta cor acastanhada; (iii) gomas britânicas: formadas no aquecimento do amido num intervalo de temperatura de 130 a 220 °C, em um período de processamento de 10 a 20 horas, com isso, uma cor considerável é notada antes que a solubilidade em água seja alcançada (8).

Nota-se que em parte destes processos é utilizado um catalisador ácido para que haja a conversão do amido em dextrinas e a utilização se deve ao poder do ácido de se dispersar uniformemente através do amido, e sua tendencia de volatilização durante os estágios finais da dextrinização. Desta forma, a neutralização do produto não será necessária (9). Já no caso das gomas britânicas, utiliza-se um catalisador alcalino, tal como o carbonato de sódio. Além do catalisador ácido ou básico, o tratamento térmico é utilizado por promover mudanças na solubilidade e viscosidade e essas mudanças são mais intensas na dextrina branca e menos intensas na goma britânica (9).

### **Aplicações do processo de termodextrinização na indústria química e perspectivas futuras para indústria de alimentos**

Como pôde ser notado, o processo de termodextrinização é basicamente um processo de modificação combinado entre alterações químicas brandas e físicas do amido, para que este possa ser utilizado na fabricação de demais produtos. O amido é de grande importância devido a ser um material biodegradável, que pode então diminuir a carga de agentes químicos que contribuem para a poluição do meio ambiente, o que tem sido uma grande preocupação das indústrias químicas.

Neste caso, citaremos a importância do amido modificado na indústria de tintas e vernizes. Nesta indústria, o amido já vem sendo utilizado como agente espessante e também como coadjuvante para melhor adesividade destes produtos às superfícies nas quais serão



aplicados, uma vez que as partículas de amido são pequenas o bastante para adentrar os poros da superfície alvo (10).

Porém, com o avanço da tecnologia e técnicas de modificação, viu-se que é possível utilizar o amido para a formação de um filme protetor da tinta ou do verniz, além de manter suas demais características de agente espessante e adesivo, garantindo assim, que seja diminuída a carga de resinas químicas e pigmentos nocivos tanto à saúde dos seres vivos quanto a do meio ambiente (10).

Assim, a termodextrinização do amido pode ser uma estratégia interessante, pois com as mudanças na viscosidade, solubilidade e alcalinidade do meio, contribuirá para as características desejadas no produto final. Porém juntamente com esta técnica tem que se ter em mente que modificações químicas também serão utilizadas, só que em menor intensidade/quantidade, para que haja a formação satisfatória do filme protetor e que não haja problemas na mescla dos demais componentes do produto (10).

Na área de alimentos, os trabalhos estão mais focados em digestibilidade, alteração das propriedades físico-químicas, estruturais e morfológicas do amido. Há uma tendência em utilizar os amidos pirodextrinizados e observar o comportamento dentro das matrizes alimentícias, porém mais estudos fazem-se necessários, para corroborar com esta tendência de comportamento.

## **Conclusão**

Portanto, é possível notar a grande importância da tecnologia e pesquisa a respeito de modificações físicas ou químicas no amido e que estas técnicas são essenciais tanto para a indústria de alimentos quanto para a indústria química. Porém, é importante frisar que, dependendo das modificações realizadas neste amido, certas aplicações não são mais possíveis, principalmente na indústria de alimentos, uma vez que envolve o desenvolvimento de ingredientes que possam comprometer a segurança à saúde do consumidor. Assim, se faz necessário um cuidado e uma inspeção rigorosa dos processos de modificação utilizados pelas indústrias, bem como as possibilidades de uso desses amidos modificados.

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao CNPq pela bolsa de iniciação científica de G. F. Dias (134657/2021-7), à CAPES pelo suporte financeiro (código de financiamento 001), à



FAPEMIG pelo apoio financeiro (proposta universal APQ-01456-21) e à UFVJM e à UFV pelo suporte institucional.

### Referências Bibliográficas

1. FAN, Y.; PICCHIONI, F. Modification of starch: A review on the application of “green” solvents and controlled functionalization. **Carbohydrate Polymers**, v. 241, p. 116350, 2020.
2. ZIA-UD-DIN; XIONG, H; FEI, P. Physical and chemical modification of starches: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 12, p. 2691-2705, 2017.
3. OJOGBO, E.; OGUNSONA, E. O.; MEKONNEN, T. H. Chemical and physical modifications of starch for renewable polymeric materials. **Materials Today Sustainability**, v. 7, p. 100028, 2020.
4. VANIER, N.L et al. Physicochemical, crystallinity, pasting and morphological properties of bean starch oxidised by different concentrations of sodium hypochlorite. **Food Chem.** 2012;131(4):1255-1262.
5. MAJZOABI, M. et al. Physicochemical properties of pre-gelatinized wheat starch produced by a twin drum drier. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 2, p. 193-202, 2011.
6. TOMASIK, P; WIEJAK, S; PAŁASIŃSKI, M. The thermal decomposition of carbohydrates. Part II. The decomposition of starch. In: **Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry**. Academic Press, 1989. p. 279-343
7. BAI, Y; SHI, Y. Chemical structures in pyrodextrin determined by nuclear magnetic resonance spectroscopy. **Carbohydrate Polymers**, v. 151, p. 426-433, 2016.
8. GREENWOOD, C. T. The thermal degradation of starch. **Advances in Carbohydrate Chemistry**, v. 22, p. 483-515, 1967.
9. LIU, X. et al. Thermal degradation and stability of starch under different processing conditions. **Starch-Stärke**, v. 65, n. 1-2, p. 48-60, 2013.
10. Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research (IAP). Paints and varnishes based on potato starch. **On line**. Disponível em: <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2018/January/paints-and-varnishes-based-on-potato-starch.html>. Acesso em: 21 de junho de 2022.



## **Os efeitos nocivos da *Sclerotinia sclerotiorum* para a segurança alimentar: elucidando os mecanismos de fitopatogenicidade para atuação da ciência e tecnologia de alimentos**

**Ana Paula Ferreira Geraldo <sup>1\*</sup>; Evellyn Ferreira Geraldo <sup>2</sup>; Thylara Ferreira Geraldo <sup>3</sup>; Talita Pinho Machado <sup>4</sup>; Fabíola Santos Lima de Oliveira <sup>5</sup>.**

**Resumo:** *Sclerotinia sclerotiorum* é um fungo fitopatogênico necrosante, ou seja, além de causar doença a planta, esse fungo também é responsável pela morte desta. Registros de sua primeira descrição remontam ao século XIX, o que demonstra a persistência e relevância nas pesquisas sobre esse fungo. Sendo uma das maiores causas de perda de lavouras de leguminosas, pois apresentar alta resistência as intempérie, durabilidade, difícil eliminação do ambiente, alto poder de disseminação, por exemplo, pelo vento e pelo solo, bem como sua reprodução assexuada. Expressando a sintomatologia da doença da *Sclerotinia sclerotiorum* ou doença do mofo branco, as folhas e flores são os principais alvos da invasão, embora o solo também seja fonte de contaminação. Na infecção primária, as folhas começam a apresentar feridas de aparência aguada ou escura com progressão para o caule. Com a progressão da infecção, a morte das células para nutrição do fungo, existe então o aparecimento do micélio branco. A *Sclerotinia sclerotiorum* atua de maneira precisa e eficiente em seu processo de invasão e ataque a planta hospedeira, atuando no impedimento das sinalizações que atuam contra patógenos, enzimas que iram formar um ambiente propício para a colonização do fungo entre outros fatores. O presente trabalho de revisão de literatura tem por objetivo elucidar os mecanismos fitopatogênicos e métodos de controle biológico do *Sclerotinia sclerotiorum*.

**Palavras-chave:** *Sclerotinia sclerotiorum*, fungos fitopatogênicos, mofo branco.

### **Introdução**

Com a Revolução Industrial no século XVIII e os avanços na Medicina houve um aumento no tamanho populacional mundial. O problema com a alimentação aumenta com a demanda, devido a vários fatores como a qualidade e valores nutricionais dos alimentos, o modo e manejo que são plantados. Por isso, existe uma intensa preocupação com a *Sclerotinia sclerotiorum*, pois esse é fitopatogênico para as leguminosas (DEBELS et al., 2015; GOMIERO, 2016).

---

<sup>1</sup>Graduanda no curso de Biomedicina. Faculdade Facimp Wyden. E-mail: anapaulaferreirageraldo@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduada no curso de Medicina Veterinária. Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL).

<sup>3</sup> Graduanda no curso de Engenharia Mecânica. Faculdade Pitágoras.

<sup>4</sup> Graduada no curso de Farmácia e Professora do Curso de Biomedicina. Faculdade Facimp Wyden.

<sup>5</sup> Graduada no Curso de Biomedicina e Professora do Curso de Biomedicina. Faculdade Facimp Wyden.





As leguminosas ou Legumes são sementes que podem ser consumidas em seu estado imaturo (ainda não desenvolvido), maduros (já desenvolvido) e em período de germinação (Fabaceae) (WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. 2018). O registro da sua utilização como comestível datam de mais 9.000 anos, assim como a sua disseminação global, com destaque para as plantas, consideradas como a terceira maior e economicamente importante família de plantas (DASH et al., 2016; MUDRYJ et al., 2014).

Por ter uma alta versatilidade culinária, as leguminosas também possuem papel importante na alimentação animal na forma de ração. Dentre os mais consumidos estão: o grão de bico, feijão, fava e lentilhas. Porém, ao descrever sua espécie especificamente, esta engloba mais de 10.000, incluindo de modo geral os arbustos, árvores e ervas (MUDRYJ et al., 2014; WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. 2018).

As propriedades benéficas das leguminosas também as tornam objeto de destaque, já que podem reduzir as concentrações de lipoproteína de baixa densidade (LDL)-colesterol, são marcadores de eventos inflamatórios, ajudam a controlar a pressão arterial, possuem um feedback positivo na ação para reduzir o peso corporal, pois ajuda na saciedade, possuem de minerais como potássio e magnésio e propriedades antioxidantes (AFSHIN et al., 2014; JAYALATH et al., 2014). Tudo isso em virtude das taxas de amilose e amido de amilose em porcentagens significativamente maior do que os cereais e de amilopectina (SALEHI-ABARGOUEI et al., 2015).

Suas altas taxas alimentares de fibras e dos baixos índices glicêmicos, são excelentes promotores da saúde no que diz respeito a prevenção de doenças cardiovasculares, cancerígenas e degenerativas. Diante do exposto, o presente trabalho de revisão de literatura tem por objetivo elucidar os mecanismos fitopatogênicos e métodos de controle biológico do *Sclerotinia sclerotiorum*.

## **Metodologia**

O presente trabalho consiste em uma revisão de literatura sobre o tema: *Sclerotinia sclerotiorum*. Para tanto, foram pesquisados artigos científicos disponíveis nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scientific Electronic, Library Online (SciELO), Web of Science, Google Acadêmico e Portal Periódicos, publicados em línguas portuguesa e inglesa, entre os anos de 2010 e 2022. As palavras-chave utilizadas foram: *Sclerotinia sclerotiorum*, Fungos fitopatogênicos e Mofo branco. Os critérios de inclusão adotados foram: relação com a temática abordada e dentro do período temporal. E os critérios de exclusão foram:



artigos que não estavam relacionados com o objetivo deste estudo e não estavam inseridos no período de consulta.

## Resultados e Discussões

Sendo classificado como um fungo fitopatogênico ascomiceto pertencente ao Filo Ascomycota, Classe Leotiomycetes, ordem Helotiales e família Sclerotiniaceae, a *Sclerotinia sclerotiorum* é popularmente conhecida como a doença do mofo branco, nome dado devido ao aspecto morfológico que o fungo produz na planta quando está desenvolvendo suas hifas (**figura 1**) (CHITTEM et al., 2020).

Com amplo espectro de propagação, tanto quanto a questão de disseminação quanto a variedade de plantas hospedeira que chega a mais de 300 espécies de plantas dos mais variados tipos, a *Sclerotinia sclerotiorum* produz estruturas denominadas escleródios, que são responsáveis por sua resistência, o que de certo modo pode ajudar também no seu tempo de vida fora do hospedeiro, tempo esse que no solo pode durar até oito anos, contudo autores afirmam que o fungo pode viver até 11 anos (ORDONEZ-VALENCIA et al., 2018).

Nesse processo é observada que a estrutura de escleródio é a principal morfologia do seu ciclo de vida, de modo especial em agregados de hifas melanizadas (**figura 2**) (FIGUEIRA et al., 2019).

As leguminosas podem ser acometidas pelo *Sclerotinia sclerotiorum* através do vento, devido a sua dispersão; pelo solo dado a sua resistência que perdura por anos como citado anteriormente; e pelas sementes, essas de fato são relativamente perigosas quando se leva em consideração a gravidade de extensão de contaminação, pois as sementes podem estar contaminadas com o micélio e/ou escleródios (BIGNELL et al., 2016; DIDINGER; THOMPSON, 2021).

A *S. sclerotiorum* é um fungo de reprodução assexuada, sendo que os escleródios são formados estruturalmente por uma parede grossa rica em melanina, uma parede fina denominada de córtex e a medula branca, sendo o micélio dormente do fungo (XU et al., 2018). A germinação ocorrerá miceliogenicamente para infectar diretamente uma planta, para produzir um apotécio e disseminar ascósporos, com isso é induzido ao aparecimento de feridas nas hastes. Com o desenrolar da patogenicidade, a tendência é se alargar essa lesão por toda a haste, pois uma vez dentro da planta, o fungo começa a sua colonização (SEIFBARGHI et al., 2017; ULOTH et al., 2016).

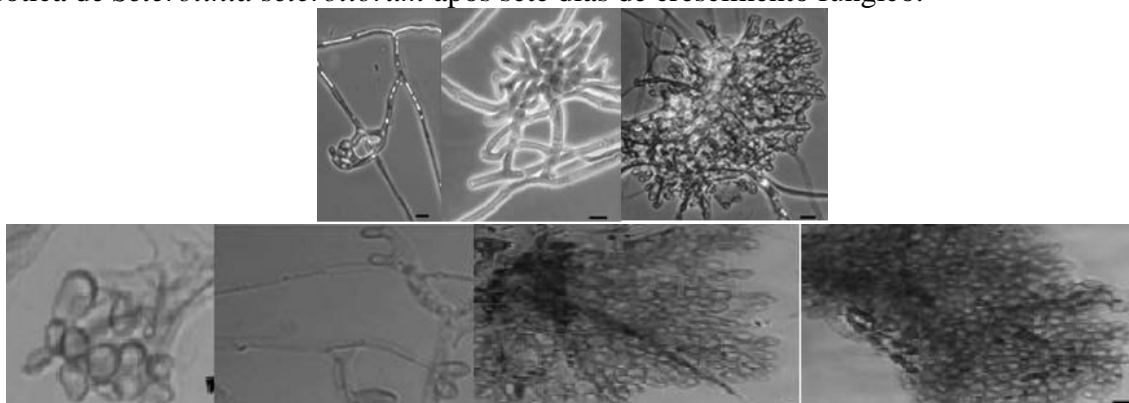
Figura 1 - Mofo-branco/ Podridão-de-Sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*).



Fonte: Agro Bayer Brasil.

Para aprender a controlar a patogênese do *S. sclerotiorum* é necessário conhecer o seu mecanismo de fitopatogenicidade, primeiro observando o seu ciclo de vida (**figura 3**), que nesse caso, a primeira fase é denominada de “fase oportunista-saprofítica”. Esse início é marcado pela penetração do patógeno no tecido hospedeiro. Na planta existem mecanismos contra a ação de invasão de patógenos, dentre esses fatores temos o ROS (espécies reativas de oxigênio), o superóxido, radicais hidroxila e peróxido de hidrogênio (BASHI *et al.*, 2012; ULOTH *et al.*, 2016).

Figura 2. Estruturas microscópicas de desenvolvimento observadas durante a formação esclerótica de *Sclerotinia sclerotiorum* após sete dias de crescimento fúngico.



Fonte: ORDONEZ-VALENCIA *et al.*, 2018.

O primeiro fator é fabricado pelas enzimas de ativação da explosão oxidativa. A NOX, enzima de oxidase, é responsável por produzir superóxido que será convertido em peróxido de hidrogênio por superóxido dismutase, processo esse que também conta com a participação do NADPH (nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato), também com atuação na defesa da planta leva-se em consideração o NO (óxido nítrico). Porém, o *S. sclerotiorum* é capaz de inibir a defesa

da planta, desabilitando a sinalização, mecanismo esse ainda pouco elucidado (KIM et al., 2011; PERCHEPIED et al., 2010).

O primeiro fator é fabricado pelas enzimas de ativação da explosão oxidativa. A NOX, enzima de oxidase, é responsável por produzir superóxido que será convertido em peróxido de hidrogênio por superóxido dismutase, processo esse que também conta com a participação do NADPH (nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato), também com atuação na defesa da planta leva-se em consideração o NO (óxido nítrico). Porém, o *S. sclerotiorum* é capaz de inibir a defesa da planta, desabilitando a sinalização, mecanismo esse ainda pouco elucidado (KIM et al., 2011; PERCHEPIED et al., 2010).

Figura 3. Esquema do ciclo da vida do *Sclerotinia sclerotiorum*.



Fonte: Adaptada de Resistência a *Sclerotinia sclerotiorum* em plantas de soja geneticamente modificadas para expressar o gene da oxalato descarboxilase de *Flammulina velutipes* (CUNHA, 2010).

Na segunda fase, denominada “patogênica”, há a liberação das enzimas responsáveis pela degradação da parede celular e dos fatores de virulência (ULOTH et al., 2016). Esse evento acontece com a produção de enzimas como as endo *Sspg1*, *Sspg3*, *Sspg5* e *Sspg6*, as exo *Ssxpg1* e *Ssxpg2* e as *poligalacturonases*, sendo que essas enzimas são tipos de pectinases (BASHI et al., 2012; YU et al., 2017).

Outro mecanismo é o OA (ácido oxálico), responsável pela supressão da defesa da planta com a interferência no ambiente redox, na sinalização do Ph, desintoxicando o cálcio, necrose tecidual, indução a morte celular programada (apoptose) (LIANG et al., 2015; XU et al., 2015;





WILLIAMS et al., 2011). O OA (ácido oxálico) é fabricado através da hidrólise do oxaloacetato por sinalização do gene *Ssoah1* (oxaloacetato acetilhidrolase) que também fornecerá informações sobre a quantidade a ser produzida. No escopo de genética responsável pela produção da virulência, existe a atuação do *SsNOX1*, na codificação do NADPH e na produção de oxalato. Todos esses fatores são somados a produção de metabólitos secundários como fitotoxinas, sideróforos e pigmentos (KABBAGE et al., 2013; KIM et al., 2011; MURIA-GONZALEZ et al., 2020).

A última fase de patogenicidade do fungo *S. sclerotiorum* na planta denomina-se “saprófita”, devido a extração de nutrientes da planta hospedeira para desenvolvimento morfológico e estrutural do fungo (ULOTH *et al.*, 2016). Processo esse justificado pelo fato do *S. sclerotiorum* se alimentar do ferro intracelular, para produção de aminoácido, síntese de desoxirribonucleotídeos entre outros nutrientes. Nessa fase começa o processo de necrose, a onde o fungo vai destruindo as células e se alimentando delas (SEIFBARGHI et al., 2017).

Por todo o exposto acima, entende-se o porquê da preocupação com o fungo necrotrófico *Sclerotinia sclerotiorum*, compreendendo seu papel na destruição das leguminosas, ocasionando com isso enormes perdas nas safras bem como crises monetárias, devido a complexidade de controle do fungo, mesmo empregando controles culturais e químicos, além do fato que certos tipos de controle não são recomendados para a certas culturas como as leguminosas. A solução é o uso de micovírus como agentes de biocontrole (MU et al., 2014).

Essa tecnologia para segurança alimentar tem como princípio os vírus fúngicos (micovírus), que possuem a capacidade de atacar fungos e quando estão já dentro do hospedeiro se replicam. Para combater de forma sustentável o *Sclerotinia sclerotiorum*, as pesquisas descobriram o SsHADV-1 (*Sclerotinia sclerotiorum* hypovirulence-associated DNA vírus 1). Esse micovírus vai induzir o fungo ao baixo desenvolvimento e/ou crescimento defeituoso e pontas das hifas alteradas (SASAKI et al., 2016; YU et al., 2017).

## **Conclusão**

A partir do exposto, é observado que o potencial destruidor da *Sclerotinia sclerotiorum*, não somente porque a contaminação leva a prejuízos monetários para o agricultor, mas também a perda de empregos por causa da safra destruída. Isso reflete no aumento da insegurança alimentar tanto no que se refere à diminuição de renda das pessoas que fazem parte desse ciclo produtivo de maneira direta ou indireta, com também na qualidade das plantas ofertadas em mercado ou pela falta delas.





Nos dois últimos casos existem duas vertentes, para a primeira é a contaminação com pesticidas e perda dos benefícios da planta; e para a segunda a deficiência de leguminosa em uma refeição balanceada com altos valores nutricionais. Ademais, o presente estudo contemplou seu objetivo principal de conseguir elucidar os mecanismos fitopatogênicos e métodos de controle biológico do *Sclerotinia sclerotiorum*, pois a produção deve ser sustentável em todos os seus parâmetros e para isso acontecer deve-se estudar o problema.

## Referências Bibliográficas

AFSHIN, A. et al. Consumption of nuts and legumes and risk of incident ischemic heart disease, stroke, and diabetes: a systematic review and meta-analysis. **The American journal of clinical nutrition**, v. 100, n. 1, p. 278-288, 2014.

AGRO BAYER BRASIL. **Mofo-branco/ Podridão-de-Sclerotinia (Sclerotinia sclerotiorum)**. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/essenciais-do-campo/alvos-e-culturas/doencas/mofo-branco>. Acesso em: 14 fev. 2022.

BASHI, Z. D. et al. Factors governing the regulation of *Sclerotinia sclerotiorum* cutinase A and polygalacturonase 1 during different stages of infection. **Canadian journal of microbiology**, v. 58, n. 5, p. 605-616, 2012.

BIGNELL, E. et al. Secondary metabolite arsenal of an opportunistic pathogenic fungus. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 371, n. 1709, p. 20160023, 2016.

CHITTEM, K. et al. Transcriptome analysis of the plant pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* interaction with resistant and susceptible canola (*Brassica napus*) lines. **PLoS One**, v. 15, n. 3, p. e0229844, 2020.

DASH, S. et al. Legume information system (LegumeInfo.org): a key component of a set of federated data resources for the legume family. **Nucleic acids research**, v. 44, n. D1, p. D1181-D1188, 2016.

DEBELS, H. et al. Dermal matrices and bioengineered skin substitutes: a critical review of current options. **Plastic and reconstructive surgery Global open**, v. 3, n. 1, 2015.

DIDINGER, C.; THOMPSON, H. J. Defining nutritional and functional niches of legumes: A call for clarity to distinguish a future role for pulses in the dietary guidelines for americans. **Nutrients**, v. 13, n. 4, p. 1100, 2021.

FIGUEIRA, N. et al. Consumer understanding and culinary use of legumes in Australia. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1575, 2019.

JAYALATH, V. H. et al. Effect of dietary pulses on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. **American journal of hypertension**, v. 27, n. 1, p. 56-64, 2014.



- KIM, H. et al. Identification and characterization of *Sclerotinia sclerotiorum* NADPH oxidases. **Applied and environmental microbiology**, v. 77, n. 21, p. 7721-7729, 2011.
- LIANG, H. et al. Baseline sensitivity and control efficacy of fluazinam against *Sclerotinia sclerotiorum*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 142, n. 4, p. 691-699, 2015.
- MU, F. et al. Virome characterization of a collection of *S. sclerotiorum* from Australia. **Frontiers in microbiology**, v. 8, p. 2540, 2018.
- MUDRYJ, A. N. et al. Nutritional and health benefits of pulses. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 11, p. 1197-1204, 2014.
- MURIA-GONZALEZ, M. J. et al. Volatile molecules secreted by the wheat pathogen *Parastagonospora nodorum* are involved in development and phytotoxicity. **Frontiers in microbiology**, v. 11, p. 466, 2020.
- ORDÓÑEZ-VALENCIA, C. *et al.* Early morphological development of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in the presence of potassium bicarbonate. **Revista mexicana de fitopatología**, v. 36, n. 3, p. 363-378, 2018.
- PERCHEPIED, L. et al. Nitric oxide participates in the complex interplay of defense-related signaling pathways controlling disease resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in *Arabidopsis thaliana*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 23, n. 7, p. 846-860, 2010.
- SALEHI-ABARGOUEI, A. et al. Effects of non-soy legume consumption on C-reactive protein: a systematic review and meta-analysis. **Nutrition**, v. 31, n. 5, p. 631-639, 2015.
- SASAKI, A. et al. Characterization of a new megabirnavirus that confers hypovirulence with the aid of a co-infecting partitivirus to the host fungus, *Rosellinia necatrix*. **Virus research**, v. 219, p. 73-82, 2016.
- SEIFBARGHI, S. *et al.* Changes in the *Sclerotinia sclerotiorum* transcriptome during infection of *Brassica napus*. **BMC genomics**, v. 18, n. 1, p. 1-37, 2017.
- ULOTH, M. B. *et al.* Attack modes and defence reactions in pathosystems involving *Sclerotinia sclerotiorum*, *Brassica carinata*, *B. juncea* and *B. napus*. **Annals of Botany**, v. 117, n. 1, p. 79-95, 2016.
- XU, L. et al. *Sclerotinia sclerotiorum*: an evaluation of virulence theories. **Annu. Rev. Phytopathol**, v. 56, p. 311-338, 2018.
- YU, Y. et al. Ss-Rhs1, a secretory Rhs repeat-containing protein, is required for the virulence of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Molecular Plant Pathology**, v. 18, n. 8, p. 1052-1061, 2017.
- WILLIAMS, B. et al. Tipping the balance: *Sclerotinia sclerotiorum* secreted oxalic acid suppresses host defenses by manipulating the host redox environment. **PLoS pathogens**, v. 7, n. 6, p. e1002107, 2011.
- WINHAM, D. M. *et al.* Arizona registered dietitians show gaps in knowledge of bean health benefits. **Nutrients**, v. 10, n. 1, p. 52, 2018.



WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **The state of food security and nutrition in the world 2018: building climate resilience for food security and nutrition.** Food & Agriculture Org., 2018.



## **Panorama da elaboração de embutidos a base de pescado: uma revisão bibliográfica**

**\*Joana Paula de Souza Cornélio<sup>1</sup>; Keila Cristina de Souza Cornélio<sup>2</sup>.**

**Resumo:** O pescado é uma das principais fontes de proteína na alimentação humana e também proporciona óleos, farinhas e produtos de valor para a indústria alimentícia. Nesse contexto a produção de embutidos a partir de carne de pescado é uma alternativa de beneficiamento da matéria prima in natura para prolongar a sua vida útil e para agregar valor ao produto. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o estado da arte das pesquisas que avaliam a elaboração de embutidos de pescado no Brasil, identificando os principais produtos, a aceitação por parte do consumidor e as principais espécies de peixes utilizadas na elaboração. Para tal, foi realizada uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa no período de 2011 a 2022, onde se buscou artigos científicos nas principais bases de dados (SciELO e Scopus), além da ferramenta do Google Acadêmico, assim como livros, teses e dissertações gratuitos disponíveis de forma digital, que encontram em formato completo. Os resultados demonstraram que a elaboração de produtos embutidos a base de pescado no Brasil têm sido amplamente pesquisados, no entanto a comercialização de tais produtos ainda é incipiente. As espécies de peixes utilizadas para elaboração dos embutidos foram de aracu, tambaqui, pirarucu, corvino e a tilápia. A tilápia e o tambaqui foram às espécies mais utilizadas nas pesquisas (37,5%). O uso do aracu para elaboração do produto embutido foi interessante por se tratar de uma espécie de baixo valor comercial a qual pode ter melhor aproveitamento e agregação de valor. Já os produtos elaborados foram apresuntado, embutido emulsionado, linguiça frescal, presunto, almôndegas, patê e mortadela. Dessa forma, acreditamos que novas pesquisas com espécies de baixo valor comercial são necessárias para agregar valor aos produtos, bem como análise sensorial, microbiológicas e para aumento do tempo de prateleira.

**Palavras-chave:** Tecnologia. Peixes. Processamento. Linguiça. Produto.

---

<sup>1</sup>Engenheira de pesca, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz.

<sup>2</sup>Nutricionista, Policlínica Gilberto Mestrinho, Secretaria de Estado de Saúde do Amazonas .  
E-mail para a correspondência: joanapaula\_aqui@hotmail.com.



## Introdução

A aquicultura é uma das atividades do agronegócio que mais cresce atualmente no Brasil (16) e segundo os dados da Associação Brasileira da Piscicultura, o país atingiu um a produção de 802.930 toneladas de peixes de cultivo em 2020 (11), o que representa um crescimento de 5,93% em relação ao ano de 2019 (758.006). Assim, a cadeia produtiva de pescado gera quantidade considerável de materiais residuais orgânicos e inorgânicos, durante todo o processo que compreende a produção e comercialização do pescado, seja este de água doce ou marinha (3; 17;5).

Os referidos resíduos são ricos em compostos orgânicos e inorgânicos, que constituem riscos potenciais de impactos ambientais negativos decorrentes da disposição deste material no meio ambiente, após o aproveitamento do músculo de pescado; porém, os resíduos também são fontes importantes de proteína, vitaminas, minerais e lipídios essenciais para a alimentação humana (3; 2), podendo ser utilizado na forma de produtos elaborados com alta qualidade em função dos nutrientes presentes nessa matéria prima e cuidados especiais na logística do abatedouro para melhor aplicação desses resíduos obtidos com a filetagem.

Uma maneira de agregar valor a esses resíduos é a sua utilização em produtos alimentícios, como por exemplo, embutidos que segundo o artigo 412, do Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1952, do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), é todo produto elaborado com carne ou órgãos comestíveis, curado ou não, condimentado, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, tendo como envoltório, tripa, bexiga ou outra membrana animal.

Os embutidos são classificados em produtos frescos, secos e cozidos, sendo os frescos aqueles embutidos crus, cujo prazo para o consumo oscila entre 1 a 6 dias (10). O embutido seco seria o cru que foi submetido a um processo de desidratação parcial para favorecer sua conservação por um tempo maior que o cru (10). E o embutido cozido é submetido a um processo de cozimento em estufa ou em água quente. Os embutidos emulsionados são produtos cárneos de maior industrialização e consumo no país, sugerindo que seriam os mais aceitos e os mais acessíveis à população (10).

A produção de embutidos de pescado é uma forma de processamento que visa melhorar as características do produto final, tendo como principal vantagem o aproveitamento de espécies subutilizadas comercialmente, tornando possível à população o





acesso à proteína de elevado valor nutricional (9). Além disso, a produção de embutidos a partir da carne de pescado é uma alternativa de beneficiamento da matéria prima in natura para prolongar a sua vida útil e para agregar valor ao produto (8).

Deste modo, o objetivo desse estudo foi avaliar o estado da arte das pesquisas que avaliam a elaboração de embutidos de pescado no Brasil, identificando os principais produtos, a aceitação por parte do consumidor e as principais espécies de peixes utilizadas na elaboração.

## **Tópicos**

### **Metodologia**

O estudo trata-se de uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, com característica exploratória por ter sido desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma visão geral acerca da temática e maior familiaridade com a mesma (12). A pesquisa bibliográfica envolveu o levantamento de informações que relatassem sobre aspectos relacionados ao uso da elaboração de embutidos utilizando pescado no Brasil, buscando-se artigos científicos nas principais bases de dados (Scielo e Scopus), além da ferramenta do Google Acadêmico, assim como livros, teses e dissertações gratuitos disponíveis de forma digital, que encontram em formato completo. Entre os periódicos da área, selecionamos os publicados no período de 2011 a 2022 (n=8).

Para dimensionar a pesquisa, as palavras-chave utilizadas, em diferentes combinações, foram: embutidos; processamento; pescado; resíduos; linguiça; salsicha; tecnologia e alimento. O período das buscas foi entre os meses de março a maio de 2022.

As informações poderão proporcionar uma atualização do panorama dos últimos 11 anos de como o uso de embutidos de pescado pode contribuir para o fortalecimento da cadeia produtiva das espécies de peixes estudadas, assim como nortear novas pesquisas acerca deste tema.

### **Elaboração de embutidos de pescado: produtos, processamento e espécies utilizadas em pesquisas**

(14) elaborou um produto embutido cozido tipo apresuntado a partir de polpa de pescado da espécie aracu (*Schizodum fasciatum*), uma espécie de baixo valor comercial, onde testou concentrações de 100% surimi; 80-20% surimi/soja,



e 60-40% surimi/soja. Além disso, a autora elaborou três subtratamentos, (1)- fécula de mandioca; (2)-amido de milho; (3)-amido de milho mais albumina. Os mesmos foram submetidos à avaliação de aceitação através da escala hedônica de sete pontos para avaliar os parâmetros cor, odor, sabor e textura com o objetivo de definir a formulação base.

Segundo a autora, não houve diferença significativa entre as formulações ao nível de ( $p > 0,05$ ), tendo a formulação secundária com 100% surimi e fécula de mandioca-(1) obtida maior aceitabilidade no aspecto sabor. Para a segunda análise sensorial entre os tratamentos a formulação com 100% surimi e fécula de mandioca obteve maior aceitação em todas as características organolépticas conseguindo 60% de aprovação. Os dados dos testes de intenção de compra realizados através da escala de atitude de sete pontos foram analisados e não se diferenciaram estatisticamente entre si apesar de uma ligeira aceitação por parte dos consumidores para o produto 100% surimi e fécula com média de  $4,05 \pm 1,36\%$  que indica comeria frequentemente.

Em outro estudo realizado por (6) foi avaliada a utilização da carne de corvina (*Micropogonias furnieri*) em um embutido emulsionado com substituição da gordura por isolado proteico de resíduo de pescado. As análises físico-químicas dos embutidos foram compostas por umidade, proteínas, cinzas, gordura e pH.

(6) afirmam que os resultados obtidos na composição centesimal dos produtos estão de acordo com o exigido pela legislação brasileira; em relação a cor, este apresenta uma coloração com uma tonalidade mais clara, em razão do menor conteúdo de pigmentos heme no peixe do que na carne vermelha.

As análises químicas da matéria-prima (carne de corvina) referentes à composição proximal, para proteínas, foram de 90,89%, lipídios 2,17% e cinzas 5,53%, valores expressos em média em base seca. Enquanto que os resultados encontrados da composição proximal do isolado proteico foram de 97,59% para proteína, menor que 0,1% para lipídios e de 2,28% para cinzas, valores estes que estão dentro do esperado.

Assim, os autores concluíram que é possível elaborar embutido emulsionado à base de carne de pescado de baixo valor comercial com substituição de gordura por isolado proteico de resíduo de pescado e extrato de marcela como antioxidante natural, obtendo se um produto com baixo valor lipídico, alto teor de proteína podendo ser considerado um produto “light”.



(15) elaboraram e caracterizaram, através de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, um embutido (linguiça frescal) a base de tambaqui (*Colossoma macropomum*), desenvolvendo três formulações, que distinguiam entre si com relação ao percentual de gordura: 0%, 4,5% e 9%. Para determinação da vida de prateleira, amostras dos produtos foram armazenadas sob refrigeração 4 °C por 12 dias e os autores realizaram análises microbiológicas nos dias 0, 3, 7 e 12.

Além disso, foram realizadas análises de composição centesimal, força de cisalhamento, perda de peso por cocção e capacidade de retenção de água. Os atributos sensoriais avaliados foram aroma, cor, sabor, suculência, textura e aparência global.

A composição centesimal dos tratamentos apresentou as seguintes variações em umidade 72,73 a 68,82; proteína 18,85 a 18,90; lipídeos 2,90 a 8,33 e cinza 3,86 a 4,20. A força de cisalhamento oscilou de 5,92 a 8,14 N; a capacidade de retenção de água variou de 71,83 a 74,71% e a perda de peso por cocção de 24,21 a 26,59%.

Os autores concluíram que todos os tratamentos avaliados apresentaram estado nutricional elevado, com destaque importante para os teores de proteína (umidade 72,73 a 68,82; proteína 18,85 a 18,90; lipídeos 2,90 a 8,33 e cinza 3,86 a 4,20). Já a força de cisalhamento oscilou de 5,92 a 8,14 N; a capacidade de retenção de água variou de 71,83 a 74,71% e a perda de peso por cocção de 24,21 a 26,59%. Além disso, apresentaram condições microbiológicas satisfatórias até o sétimo dia de armazenamento refrigerado.

Também houve alta aceitabilidade sensorial (acima de 80%) para todos os tratamentos quanto aos atributos avaliados, com maior preferência pelo tratamento com 9% de gordura que apresentou as maiores medias nos atributos avaliados, 86,6%, 83,4%, 92%, 88,2%, 87,2%, e 85,8% respectivamente para aroma, cor, sabor, suculência, textura e aparência global. Dessa forma, o alto índice de aceitação e intenção de compra desses produtos reforça o potencial mercadológico dessa linguiça, com perspectiva de inserção de um novo produto no mercado.

Por outro lado, (1) desenvolveu um produto embutido defumado “**tipo presunto**”, elaborado com carne mecanicamente separada (CMS) de *tambaqui* (*Colossoma macropomum*), no qual realizaram também avaliação microbiológica e sensorial. O produto foi avaliado quanto à aceitação sensorial e segurança microbiológica. No entanto, a análise sensorial demonstrou que o produto precisa de modificações na formulação, para melhorar em diferentes aspectos, principalmente aparência e sabor. Os parâmetros microbiológicos avaliados estavam dentro dos limites permitidos para o consumo. O



presunto de tambaqui desenvolvido não apresentou boa aceitação e precisa sofrer adequações em seu processo de produção.

(7) caracterizou os aspectos físicos, químicos, microbiológicos, nutricionais e sensoriais de almôndegas elaboradas com carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) e o perfil de aminoácidos das almôndegas.

As CMS apresentaram maiores teores proteico (21% e 20%) e maior umidade (76% e 76,8%) em comparação às almondegas (17% e 18%) e umidade (72% e 71%). As almôndegas apresentaram maiores teores de lipídios (7% e 8,1%), carboidratos (2,5% e 1,3%) e cinzas (1,5% e 1,6%) que a CMS, em virtude do uso de insumos. Os perfis de aminoácidos das almôndegas foram semelhantes, com alto valor nutricional pela sua composição de aminoácidos essenciais.

A análise microbiológica demonstrou que o produto tem o padrão sanitário legal e que os dados de vida de prateleira são satisfatórios. A maioria das crianças atribuiu às almôndegas, ofertadas na merenda escolar, conceitos “gostei” e “adorei” da escala hedônica. Os autores concluíram que as almôndegas elaboradas a partir de CMS de tilápia nilótica e pirarucu são adequadas para utilização na merenda escolar, por terem atributos físico-químicos, nutricionais, microbiológicos e sensoriais, desejáveis.

(4) desenvolveram um patê pastoso a partir de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia (*Oreochromis niloticus*). As formulações desenvolvidas foram submetidas a análises microbiológicas, sensoriais e colorimétricas realizadas em triplicata, e os microrganismos investigados foram *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

Conforme os autores, os patês encontraram-se dentro do limite referenciado pela legislação brasileira de padrões microbiológicos definidos para produtos à base de pescado. Não houve presença de *Salmonella*, em 25g, em todas as formulações de patê.

(4) observou que não houve formação de gás já no primeiro procedimento teste (caldo LST). Nesse sentido, a investigação de *E. coli* resultou em negativo para todas as formulações. No que se refere ao *S. aureus*, o número de colônias formado foi muito inferior ao valor máximo estabelecido pela legislação, indicando que o alimento estava apto para consumo.



Os produtos obtiveram uma boa aceitabilidade, onde o somatório das intenções de compra de certamente e provavelmente compraria das formulações de patês, em ordem decrescente, foram F2 (69,5 %), F1 (6,6 %), C (55 %) e F3 (50%). Os autores notaram que todas as formulações desenvolvidas seriam compradas, pois obtiveram valores superiores a 47,2% quando se utiliza o somatório das intenções positivas. Assim, os autores afirma que é vantajosa a produção de patês a partir de CMS de tilápia.

(13) elaboraram linguças defumadas com utilização da matéria prima de diferentes espécies animais, sendo uma delas a tilápia, e analisaram as características químicas, microbiológica e sensorial das mesmas. Foram elaborados quatro tipos de linguças: sendo uma delas a partir de resíduos de filetagem (corte em “V” do filé) de *tilápia*, de peito de aves, pernil suína e de carne bovina.

Os autores observaram diferença significativa para todos os nutrientes analisados. A linguça à base de aparas de peixe apresentou valor calórico (67,14 kcal/100g) e baixos teores de lipídios (4,21%), proteína (15,52%) e altos teores de umidade (66,84%) e minerais (3,80%), quando comparado com as demais linguças, porém foi utilizado um resíduo de filetagem e não a parte nobre da carne de peixe (filé). Pela análise sensorial a linguça à base de aparas de tilápia obteve boa avaliação nos atributos or, aroma, sabor e textura, demonstrando boa aceitação por parte dos consumidores. Todas as linguças estavam dentro dos padrões exigidos pela legislação, portanto aptas para serem consumidas.

Na pesquisa realizada por (16), foi elaborada mortadela de tilápia do Nilo com diferentes quantidades de aparas, corte em “V” do filé e carne mecanicamente separada (CMS) de carcaças. O experimento foi conduzido com três tratamentos, as mortadelas foram elaboradas com diferentes CMS de filetagem da tilápia do Nilo: M1: mortadela com 100% de aparas de tilápia; M2: mortadela com 100% de CMS e M3: mortadela com 50% de aparas + 50% de CMS. Os autores realizaram análises da composição centesimal, pH, atividade de água ( $A_w$ ), cor, microbiologia e sensorial.

Os resultados demonstraram que as mortadelas elaboradas com 100% de aparas apresentaram maior teor de proteína bruta (15,49%) e cinzas (8,36%), entretanto, com menores teores de lipídeos totais (1,28%), carboidratos (2,71%) e valor calórico (95,23 kcal/100 g). As mortadelas à base de aparas apresentaram maior valor de pH (7,12), e  $A_w$  de 0,88 a 0,9,





estando os resultados de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos na legislação para mortadelas. Os tipos de CMS utilizados não interferiram na luminosidade, sendo que as mortadelas com CMS (M2 e M3) apresentaram maior croma b\* (12,36) e as com aparas (M1) o maior valor de croma a\* (10,10). Na análise sensorial, o tipo de CMS utilizado na produção das mortadelas não influenciou nos atributos cor e aroma. Todavia, as mortadelas M2 e M3, respectivamente com CMS e CMS + aparas, apresentaram os melhores resultados de aceitação.

### **Conclusão**

De acordo dos estudos relatados podemos inferir que a elaboração de produtos embutidos a base de pescado no Brasil têm sido amplamente pesquisados, no entanto a comercialização de tais produtos ainda é incipiente. As espécies de peixes utilizadas para elaboração dos embutidos foram aracu (*Schizodum fasciatum*), de tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirarucu (*Arapaima gigas*), corvina (*Micropogonias furnieri*) e a tilápia (*Oreochromis niloticus*). É importante salientar que dos oito trabalhos analisados utilizaram tilápia (37,5%) e o tambaqui (37,5%), sendo a primeira o carro chefe na piscicultura brasileira e a segunda a espécie nativa mais cultivada no Brasil. Já o uso do aracu para elaboração do produto embutido foi interessante por se tratar de uma espécie de baixo valor comercial a qual pode ter melhor aproveitamento e agregação de valor. Os produtos tiveram boa aceitação, excetuando-se o presunto elaborado a base de tambaqui. Já os produtos elaborados foram apresuntado, embutido emulsionado, linguiça frescal, presunto, almôndegas, patê e mortadela. Dessa forma, acreditamos que novas pesquisas com espécies de baixo valor comercial são necessárias para agregar valor aos produtos, bem como análise sensorial, microbiológicos e para aumento do tempo de prateleira.

### **Referências Bibliográficas**

1. ALBUQUERQUE, F. B. et al. Desenvolvimento de presunto defumado de tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: II Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Meio-Norte, 2016, Teresina. **Anais da II Jornada Científica da Embrapa Meio-Norte**, Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016.



2. BERTOLIN, T. E. *et al.* Efeito antioxidante da ficocianina em pescado salgado-seco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 751-757, 2011.
3. BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Brasília:, 1952.
3. FELTES, M. *et al.* Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.
4. HONMA, J. M. *et al.* Aproveitamento de resíduo de abatedouro de pescado para o desenvolvimento de patê pastoso. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p.25234-25243, 2020.
5. JUSTEN, A. P. *et al.* Preparation of extruded snacks with flavored flour obtained from the carcasses of Nile tilapia: physicochemical, sensory, and microbiological analysis. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.26, p. 258-266, 2017.
6. KUBOTA, E.H. *et al.* Embutido emulsionado com adição de isolado Proteico à base de pescado (*Micropogonias furnieri*). **Unoesc & Ciência – ACET**, v. 3, n. 2, p. 179-186, 2012.
7. LUSTOSA-NETO, A. D. *et al.* Almôndegas de pirarucu e tilápia nilótica: caracterização e aplicação na merenda escolar. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 6, n. 2, p.1-12, 2018.
8. MACARI, S.M. **Desenvolvimento de formulação de embutido cozido à base de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimento) – Programa de Pós- graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade federal do Paraná. Curitiba, 2007.
9. MOREIRA, R. T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) estabilizado com hidrocolóides**. 2005. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, 2005. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2005.



10. NASSU, R. T.; BESERRA, F. J.; GONÇALVES, L. A. G. **Processamento Agroindustrial: Obtenção de embutido fermentado tipo salame de carne de caprino.** Comunicado Técnico 74. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Fortaleza-CE, 2002. 4.
11. PEIXEBR. **Anuário Brasileiro da Piscicultura, Peixes BR 2019-2021.** Associação Brasileira de Piscicultura, 2021.
12. PEREIRA, AS. *et al.* (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream>. 5.
13. PEREIRA, I.L. *et al.* Comparação de linguças defumadas elaboradas com aparas (corte em “V” do filé) de tilápia em relação as de carne de bovino, de suíno e de aves. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. 1 - 12 2021.
14. SANTOS, M. L. P. **Produção de embutido cozido, tipo apresuntado elaborado a partir da carne reestruturada de aracu (*Schizodon fasciatus* Spix & Agassiz, 1829).** 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Alimento) - Universidade Federal do Amazonas, 2011.
15. SLEDER, F. Development and characterization of a tambaqui sausage. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n.6, p. 604 – 612,2015.
16. SOUZA, M.L.R. *et al.* Mortadela de carne mecanicamente separada de aparas da filetagem de tilápia do Nilo. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.3, p.15925-15945, 2022.
17. SUCASAS, L. F. A. (2011). **Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de coprodutos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva.** 2011. 164 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.



## **Produtos vegetarianos como uma nova alternativa ao consumo da carne: Uma breve revisão**

**Ana Quitéria Viana Lima<sup>1</sup>; José Victor da Silva<sup>1</sup>; Rerisson do Nascimento Alves<sup>2</sup>;  
Gleison Silva Oliveira<sup>3</sup>; Thamirys Lorraine Santos Lima<sup>3\*</sup>**

**Resumo:** Atualmente, o mercado consumidor tem explanado alimentos para consumidores vegetarianos e veganos, visando facilitar o processo de substituição ao consumo de carne e derivados, além de garantir benefícios para a saúde. Com relação ao termo vegetariano, entende-se como qualquer indivíduo que exclui completamente de sua alimentação todos os tipos de carne e seus derivados, podendo ou não utilizar laticínios ou ovos, enquanto o termo vegano é associado a prática de não consumir produtos oriundos do reino animal para nenhum fim. Neste contexto, objetivou-se com esta revisão, traçar as informações mais relevantes sobre os produtos vegetarianos como uma nova alternativa ao consumo da carne. Assim, realizou-se a busca de artigos científicos relacionados ao tema nos periódicos de maior facilidade de acesso, como o *Google Acadêmico* e o *Science Direct*. Desta forma, alguns estudos evidenciaram a produção de alimentos vegetarianos e veganos com características nutricionais e sensoriais desejáveis, destacando-se o hambúrguer vegetal a base de caju, pizza a base de farinha vegetal e coxinha recheada com jaca. O desenvolvimento destes alimentos promove uma forte tendência de expansão, contribuindo para agregação de valor aos produtos, de forma que visem atender não somente o público vegetariano/vegano como também aos consumidores que optam por reduzir o consumo da carne animal e produtos derivados dela. Assim, os produtos vegetarianos encontram-se como uma excelente alternativa ao consumo da carne, uma vez que os consumidores estão cada vez mais adeptos a este regime alimentar, atendendo as necessidades do público específico, além de ser também uma alternativa para que a indústria de alimentos possa apresentar uma diversificação em seus produtos.

**Palavras-chave:** Inovação; Vegetarianismo; Veganismo

---

<sup>1</sup>Estudante, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Pau dos Ferros

<sup>2</sup>Mestre, Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-graduação em Tecnologia Agroalimentar, Campus Bananeiras.

<sup>3</sup>Docente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Pau dos Ferros



## **Introdução**

Um nicho de mercado em ascensão tem sido o de alimentos para vegetarianos e veganos, alavancado possivelmente pela preocupação dos consumidores em relação ao impacto da alimentação em sua saúde, ao meio ambiente e ao bem-estar animal (1). Assim, entende-se por vegetarianismo, qualquer indivíduo que exclui de sua alimentação todos os tipos de carne, aves e peixes e seus derivados, podendo ou não utilizar laticínios ou ovos. Já o veganismo, pode-se associar a prática de não utilizar produtos oriundos do reino animal para nenhum fim (alimentar, higiênico, de vestuário, entre outros) (2).

Assim, por serem estilos alimentares considerados em ascensão, existe relato de que a demanda por produtos alimentícios que atendam a este público específico, tem levado a indústria de alimentos a propor alternativas de produtos que possam se assemelhar aqueles oriundos da carne. Por outro lado, os indivíduos que optam por não consumir e/ou reduzir o consumo de produtos de origem animal, sabem que estes alimentos (os de origem animal), apresentam excelente fonte de proteínas, portanto, necessitam adquirir novas fontes proteicas para atender suas necessidades, porém, ainda existe dificuldade em encontrar produtos diversificados que supram tal necessidade, e que ao mesmo tempo satisfaçam ao paladar, e ainda a um custo acessível (3,4).

Desta forma, Cavalheiro et al., (5), sugerem que o movimento vegetariano e vegano tem fornecido respostas às demandas deste público específico, com o crescimento a partir da iniciativa de grandes redes de fast-food que passam a incluir opções vegetarianas ou veganas em seus cardápios, ou a partir da abertura de serviços de alimentação dedicadas exclusivamente a este segmento do mercado. Logo, a indústria também tem buscado desenvolver produtos que atendam tal segmento, sendo já possível se deparar em supermercados com produtos vegetarianos como nuggets, presuntos, quibes, coxinhas, salsichas, linguiças, sorvetes, requeijões e hambúrgueres á base de vegetais, por exemplo (4,6).

Nesta perspectiva, torna-se importante conhecer as características destes regimes alimentares, bem como as impressões dos consumidores acerca da aceitabilidade dos produtos vegetarianos, levando em consideração esta ascensão de mercado. Assim, objetivou-se com esta breve revisão, traçar as informações mais relevantes sobre os produtos vegetarianos que já foram elaborados em pesquisas científicas, como uma nova alternativa ao consumo da carne.





## **Vegetarianismo e Veganismo: Histórico e principais características**

No Brasil, o veganismo/vegetarianismo só teve impacto recentemente, onde cerca de 14% da população alegou ser vegana no ano de 2017, um aumento estimado de quase 75% em comparação ao ano de 2012, mostrando que essa vertente no nicho alimentar vem se tornando interessante entre as pessoas (7). Tão qual o mercado está respondendo a entrada desse novo tipo de consumidor, visto que o mercado vegano cresce cerca de 30 a 40% anualmente (8). Apesar disso, a oferta e demanda desses produtos ainda não é igualitária, visto que, de acordo com a Associação Brasileira de Supermercados (9), ainda existe mais consumidores do que produtos disponíveis.

Esta mudança no estilo alimentar das pessoas vem ganhando força, especialmente após a criação de algumas marcas para o público vegano/vegetariano, como a Sociedade Vegana que se fundou no ano de 1944. Com o passar dos anos essa vertente veio crescendo sendo mantida pelo movimento em prol da defesa dos animais, o que ganhou uma nova perspectiva por volta do ano de 1970, onde não era apenas relacionado ao consumo e sim a “buscar o fim do uso de animais pelo homem para alimentação, mercadorias, trabalho, caça, vivissecção e quaisquer outros usos envolvendo a exploração da vida animal pelo homem”. O consumidor vegano é aquele que adotou uma dieta totalmente restritiva ao consumo de produtos cárneos, além de seus derivados animais (como os produtos lácteos, apícolas e ovos), além de não compactuar com a compra de produtos e cosméticos, que possuam em alguma parte do processo, algum tipo de matéria-prima animal, tão qual se mostram totalmente a defesa do bem-estar animal. (10).

### **Panorama de produtos vegetarianos e veganos**

A preocupação com as mudanças climáticas atinge cerca de 60% da população mundial (no Brasil, aproximadamente 70% da população), e 27% delas pretendem diminuir o consumo de carne. Em consonância com esse movimento, agências nacionais ou internacionais como o FDA (Food and Drug Administration), nos Estados Unidos, e a Organização Mundial da Saúde, têm sugerido a diminuição do consumo per capita de carne como uma medida favorável à saúde da população. Esses mecanismos associados levaram a uma diminuição do consumo per capita de derivados cárneos, no período de 2013 a 2018, em vários mercados consolidados, especialmente na Europa Ocidental e Austrália (11).



Azevedo (12), relatou em seu estudo sobre vegetarianismo, que este termo, de acordo com o senso comum, é utilizado para se referir a uma dieta isenta de carnes. O vegetarianismo restrito (veganismo) exclui completamente os produtos animais (carnes, peixes, leite, ovos e, às vezes, mel) e é baseado no consumo de cereais, leguminosas, frutas, verduras e oleaginosas. Os ovolactovegetarianos complementam a dieta com ovos, leite e derivados.

Assim, a adesão a uma dieta considerada “vegetariana” ou “vegana” pode ter motivações diferentes para os consumidores, em razão de seus valores e atitudes, ou mesmo por sua origem étnica ou orientação religiosa. Logo, por um lado, os recentes estudos que evidenciam o caráter saudável de uma dieta baseada no consumo de frutas e vegetais frescos tornaram atrativos esses movimentos para aqueles que estudam as tendências de consumo de alimentos no mundo, com foco na saúde pública (13). Por outro lado, a crescente preocupação dos consumidores com o impacto da alimentação no bem-estar animal e com o impacto ambiental dos sistemas produtivos – especialmente da produção pecuária – tem fomentado o interesse dos consumidores não veganos ou vegetarianos por produtos vegetais substitutos dos produtos de origem animal (1,11,14).

Em estudo realizado por Révillion et al. (1), sobre as características e perspectivas do mercado de alimentos vegetarianos e veganos, os autores relataram que o mercado de alimentos vegetarianos tem um potencial de crescimento significativo nos principais países consumidores de alimentos diferenciados; nos Estados Unidos, por exemplo, 41% dos consumidores dizem buscar diminuir o consumo de carne (15), já no Canadá, esse percentual atinge 25% da população (16).

No Brasil, algumas pesquisas científicas já foram realizadas visando o desenvolvimento de novos produtos que possam atender a esse nicho de mercado, como por exemplo, o estudo desenvolvido por Santos e Borges (17), que teve como objetivo elaborar uma receita para a produção de hambúrguer vegetariano com as folhas da planta Ora-Pro Nobis (OPN). Jesus (18), desenvolveu um produto do tipo hambúrguer à base de cogumelos do gênero *Pleurotus* e concluiu que ele é um produto inovador e apresentou alta aceitabilidade dentro do mercado consumidor vegetariano, promovendo uma opção de substituição aos hambúrgueres de carne e soja.

Já Pereira et al., (19), desenvolveram um empanado vegetariano pré-assado tipo “nuggets” de xique-xique e avaliaram as características físico-químicas e sensoriais. Com relação ao teste sensorial, observou-se boa aceitação de ambas as formulações. Entretanto,



o estudo relata que existe um grande potencial para o uso do xiquexique em produto empanado, no entanto, carece de maiores estudos.

Assim, sabendo-se que o interesse do consumidor vegetariano/vegano tende a se manter estável ou acelerar nos próximos anos – conforme a percepção de empresários do setor, o mercado crescerá 40% ao ano – a produção e oferta de produtos vegetarianos configura-se como um ótimo mercado para os profissionais gastrônomos e pesquisadores da área de alimentos (20). Desta forma, pode-se constatar na Tabela 1 outras pesquisas que foram realizadas com o intuito de fornecer informações sobre novos produtos que podem ser elaborados, visando atender a este forte segmento de mercado.

Tabela 1- Resumo de alguns estudos encontrados sobre a elaboração de novos produtos para atender ao público vegetariano/vegano.

Produtos	Aceitabilidade	Referências
Hambúrguer vegano fortificado com farinha de folhas de <i>Moringa oleifera Lam.</i>	83,3%	BARBOSA (21)
Produtos à base de soja (patê e farofa).	85,7%	LIVRARI e MAURÍCIO (22)
Pizza desenvolvida a partir de massa enriquecida com farinha de ora-pro-nóbis ( <i>Pereskia Aculeata Mill.</i> ) e painço ( <i>Panicum Miliaceum</i> ).	94,1% da seleção do score gostei	KUNH et al., (23)
Coxinha recheada com “Carne” de jaca.	Avaliação positiva de 96%	SILVEIRA et al., (24)
Hambúrguer vegetal elaborado à base de caju.	Aceitabilidade sensorial próxima à gostei ligeiramente, nota 6,0.	LIMA et al., (25)
Desenvolvimento e caracterização de sorvete vegano de chocolate.	Aceitabilidade de formulação a base de soja: 8,30* Aceitação de formulação a base de arroz: 7,53*	BELTRAN (26)

\* Escala Hedônica de 9 pontos. **Fonte:** Autores, (2022).

Como observado na Tabela 1, o desenvolvimento de produtos que visam atender ao mercado vegetariano apresenta uma forte tendência de expansão, contribuindo para agregação de valor aos produtos, de forma que visem atender não somente o público vegetariano/vegano como também aos consumidores que optam por reduzir o consumo da carne animal e produtos derivados da mesma.

Ao buscar novos nichos de mercado, as indústrias de alimentos necessitam pesquisar e desenvolver produtos que atendam a todos os requisitos e exigências do



público vegetariano e vegano, que focam em uma alimentação de qualidade (27). O hambúrguer vegetal, por exemplo, não é um produto recente, a novidade são os produtos com semelhança com a carne, que é um produto feito para todos os tipos de consumidores. Apesar de chamar a atenção dos praticantes da alimentação vegana e vegetariana, os novos produtos foram desenvolvidos pensando em conquistar o consumidor de carne. Os hambúrgueres vegetarianos têm a proposta de imitar a carne vermelha em aparência, sabor e textura além de interessantes e modernos, esses produtos são infinitamente mais sustentáveis e percebidos como mais saudáveis, além de serem uma boa escolha para os indivíduos que gostariam de minimizar o consumo de produtos de origem animal (28, 29).

Neste sentido, a Proteína Texturizada de Soja (PTS), surge como uma excelente alternativa para substituir a carne vermelha na formulação de hambúrgueres, uma vez que, apresenta um alto valor proteico (40%), com uma proteína de boa qualidade, apresentando um teor de aminoácidos semelhante à carne. Também é rica em vitaminas A, C, E e as do complexo B. Outras riquezas encontradas na soja, são os minerais cálcio, fósforo, ferro e potássio, sem falar nas fibras, de extrema importância para o funcionamento adequado do intestino (30,31).

Além disso, no controle do colesterol, a soja age nos níveis de LDL, o chamado colesterol ruim, aumentando a quantidade de HDL (colesterol bom) no sangue. Os derivados de soja são ricos em uma proteína chamada betaconglucina, que atua na diminuição do LDL. Além disso, esse alimento inibe a oxidação do colesterol, que pode danificar as artérias. Um dos componentes do grão, a genisteína, impede ainda a formação de coágulos e o crescimento das células que formam as placas nos vasos (30).

Estudos já foram realizados com a utilização da soja na formulação de hambúrgueres, como por exemplo, o estudo desenvolvido por Dias et al., (14), que desenvolveram um hambúrguer de soja enriquecido com linhaça e quinoa. Os autores constataram que houve uma aceitação moderada do produto, demonstrando uma intenção de compra levemente positiva para um produto de origem vegetal com sabor diferenciado ao da população brasileira, que ainda não tem adicionado ao seu cardápio produtos desta natureza. Já Lima et al., (32), desenvolveram hambúrgueres vegetais de fibra de caju e proteína texturizada de soja e avaliaram as características físico-químicas, aceitação sensorial e estabilidade dos hambúrgueres armazenados a  $-18^{\circ}\text{C}$ , por 180 dias. Os autores relataram que os produtos podem ser consumidos até seis meses de armazenamento congelado.



A utilização da Proteína Texturizada de Soja (PTS) na alimentação humana, baseia-se na substituição da proteína animal em produtos cárneos, pois previnem a perda de água proporcionando ao produto uma textura similar à carne, exerce nos alimentos funções de espessante em produtos desidratados, apresentam propriedade de hidratação, retenção de água e gordura, fixação de sabores e aromas e capacidade de formação de fibras. Assim, a PTS é uma excelente alternativa à carne na formulação de produtos para vegetarianos e ainda para o público que visa a diminuição do consumo de carnes e produtos derivados (3, 31, 33).

Em estudo realizado por Lima et al., (25), fizeram a caracterização de um hambúrguer vegetal elaborado à base de caju, tendo nestes excelentes resultados, onde a aceitação sensorial apresentou grandes variações, com notas para aparência de 6,2 a 7,8, aroma de 6,1 a 7,9, sabor de 5,7 a 8,0, textura de 5,9 a 7,9 e impressão global de 5,9 a 7,9. Para o hambúrguer de caju, a aceitação sensorial foi, em média, próxima da avaliação gostei ligeiramente (nota 6,0), para todos os atributos avaliados. Silveira et al., (24), avaliaram a caracterização de uma coxinha recheada com “carne” de jaca, onde as coxinhas foram avaliadas sensorialmente por 50 provadores em um teste de aceitação em escala hedônica de 9 pontos e teste de intenção de compra. A coxinha recheada com “carne” de jaca obteve excelente aceitação na avaliação sensorial, com avaliação global de 96% de aprovação e 4% de indiferença. O teste de intenção de compra apresentou resultados positivos com 66% dos provadores afirmando que, certamente ou possivelmente, comprariam o produto.

Já Kuhn et al., (23), avaliaram o perfil de consumidores de uma pizza enriquecida de ora-pro-nóbis e painço. Os resultados alcançados foram satisfatórios, visto que, 50% dos avaliadores afirmaram estar satisfeitos no quesito cor da pizza, referente a textura cerca de 30%, referente ao aroma 37,7% e referente ao sabor 39,2%. No quesito aceitação global, os itens “*gostei muito*” e “*gostei moderadamente*” foram os mais aceitos, com 41,2% e 25,5% respectivamente.

## **Conclusão**

Os produtos vegetarianos encontram-se como uma excelente alternativa ao consumo da carne e de seus derivados, uma vez que os consumidores estão cada vez mais adeptos a este regime alimentar, já que diversos produtos que já foram elaborados e elencados neste estudo, foram muito bem avaliados pelo público consumidor,





demonstrando assim uma excelente alternativa de mercado, atendendo as necessidades do público específico, além de ser também uma alternativa para que a indústria de alimentos possa apresentar uma diversificação em seus produtos. Ademais, este estudo também sugere que novas pesquisas sejam realizadas neste âmbito, com o intuito de proporcionar uma ampla divulgação de todas as características pertinentes aos produtos vegetarianos como alternativas promissoras ao consumo da carne e derivados.

### Referências Bibliográficas

1. RÉVILLION, J. P.; KAPP, C.; BADEJO, M. S.; DIAS, V. V. O mercado de alimentos vegetarianos e veganos: características e perspectivas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 37, n.1, p. 1-10, 2020.
2. SLYWITCH, E. **Guia alimentar de dietas vegetarianas para adultos**. 1º ed. São Paulo: Sociedade Vegetariana Brasileira, 2012.
3. MONTEBELLO N. P.; ARAÚJO, W. M. C. **Carne & Cia -Série Alimentos e Bebidas**. 1º ed. Distrito Federal: Senac, 2009.
4. BASSO, C.; MARQUES, M.L.B.; PEREIRA, R.F.; RICHARDS, N. Interesse de vegetarianos ou veganos em compra de hambúrgueres semelhantes à carne. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n.9, p. e5710917698-e5710917698, 2021.
5. CAVALHEIRO, C. A.; VERDU, F. C.; AMARANTE, J. M. Difusão do vegetarianismo e veganismo no brasil a partir de uma perspectiva de transnacionalização. **Revista eletrônica ciências da administração e turismo**, v.6, n.1, p. 51-67, 2018.
6. SVB. Sociedade Vegetariana Brasileira. Vegetarianismo: o que é. 2020. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/vegetarianismo1/o-que-e>>. Acesso em: 15 ago. 2021.
7. IBOPE. Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. 2018. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/2469-pesquisa-do-ibope-aponta-crescimento-historico-no-numero-de-vegetarianos-no-brasil>>. Acesso em: 19 ago. 2021.
8. PRADO, A.L. Negócios faturam com onda de produtos para veganos. 2016. Disponível em: <<https://exame.com/pme/negocios-faturam-com-onda-de-produtos-para-veganos/>>. Acesso em 01 set. 2021.
9. ABRAS. Associação Brasileira de Supermercados. Demandas por produtos vegetarianos ainda é maior do que a oferta no Brasil. 2017. Disponível em: <<https://www.abras.com.br/clipping/geral/51257/demanda-por-produtos-vegetarianos-ainda-e-maior-do-que-a-oferta-no-brasil>>. Acesso em: 01 set. 2021.



10. FERRIGNO, M.V. **Veganismo e libertação animal: um estudo etnográfico**. 2012. 280 f. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
11. EUROMONITOR INTERNATIONAL. Driving forces behind plant-based diets: climate concern and meat reduction. 2019b. Disponível em: <<https://www.euromonitor.com/driving-forces-behind-plant-based-diets-climate-concern-and-meat-reduction/report>>. Acesso em: 10 set. 2021.
12. AZEVEDO, E. Vegetarianismo. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 8, p. 275-288, 2013.
13. LEITZMANN, C. Vegetarian nutrition: past, present, future. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.100, p.496S-502S, 2014.
14. DIAS, V. V.; SCHUSTER, M. S.; TALAMINI, E.; RÉVILLION, J.P. Scale of consumer loyalty for organic food. **British Food Journal**, v.118, p.697-713, 2016.
15. CRAWFORD, E. Vegan is going mainstream, trend data suggests. Disponível em: <<https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2015/03/17/Vegan-is-going-mainstream-trend-data-suggests#>>. Acesso em: 12 set. 2021.
16. CONWAY, J. Vegan market: statistics and facts. 2019. Disponível em: <<https://www.statista.com/topics/3377/vegan-market/>>. Acesso em: 12 set. 2021.
17. SANTOS, S. D. F. S.; BORGES, F.; LORESNKI, C. F. Hambúrguer vegetariano com adição de proteínas de folhas de ora-pro-nóbis. In 20ª Mostra de Ensino, Pesquisa e Extensão do Instituto Federal do Rio Grande do Sul. **Anais**, Porto Alegre, 2019.
18. JESUS, J. P. F. D. (2015). **Desenvolvimento de produto tipo hambúrguer à base de cogumelos do gênero Pleurotus**. 2015. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2015.
19. PEREIRA, S. R. R.; RIBEIRO, M. R. G.; OLIVEIRA, C. A.; ARAÚJO S. R. Elaboração de empanado vegetariano pré-assado tipo “nuggets” de xiquexique (*pilosocereus gounellei*). XV Jornada de Iniciação Científica e Extensão, 2020, Salgueiro-PE. **Anais da XV da Jornada de Iniciação Científica e Extensão**, Salgueiro: IFPE, 2020.
20. FACCIONI, V. E.; BITELLO, A. R. Alimentação vegetariana: uma oportunidade para o profissional gastrônomo. Desafios da atenção interdisciplinar na qualidade de vida, 2016, Lajeado. **Anais do CCBS/Univates**, Lajeado: Univates, 2016.
21. BARBOSA, É. L. T. **Aceitabilidade e análise físico-química de hambúrguer vegano fortificado com farinha de folhas de moringa (*Moringa oleifera Lam.*)**. 2018. 54 f. Monografia (Graduação em Nutrição) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.



22. LIVRARI, M. B.; MAURÍCIO, A. A. Desenvolvimento de Produtos à Base de Soja e Verificação da Aceitabilidade da Leguminosa Pelos Consumidores. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 1, p. 335-343, 2008.
23. KUNH, K. C. **Aceitabilidade de uma pizza desenvolvida a partir de massa enriquecida com farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata mill.*) e painço (*Panicum miliaceum*) por indivíduos frequentadores de um restaurante vegetariano do município de Foz do Iguaçu/PR.** 2018. 17 f. Monografia (Graduação em Nutrição) – Centro Universitário, Faculdade União das Américas, Foz do Iguaçu, 2018.
24. SILVEIRA, A. C. P.; SOLER, N. M.; RIBEIRO, S. K.; ANDRADE, P. L.; BANDEIRA, S. F. Coxinha recheada com “carne” de jaca: produção e análise sensorial. **Semana Acadêmica: Revista Científica**, v.1, n.1, p. 1-16, 2019.
25. LIMA, J. R. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.191-195. 2008.
26. BELTRAN, L. B. **Desenvolvimento e caracterização de sorvete vegano de chocolate.** 2018. 48 f. Monografia (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018.
27. FRANÇA, G. D. L. **Proposta de um guia para desenvolvimento de produto vegano alimentício, case: hambúrguer vegano congelado.** 2017. 35 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.
28. HULL, M. A. Veggie Burgers. **Journal of Renal Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 99-100, 2013.
29. KALIL, R. Veganismo e aquecimento global: yes, nossa dieta tem a ver com o clima. Vogue Digital. 2019. Disponível em: <<https://vogue.globo.com/Vogue-Gente/noticia/2019/10/veganismo-e-aquecimento-global-yes-nossa-dieta-tem-ver-com-o-clima.html>>. Acesso em: 12 de set. de 2021.
30. PELISSARI, D. E.; ALEXIUS, S. L. Aceitabilidade do hambúrguer de soja por escolares das redes municipal e privada de ensino fundamental de Medianeira-PR. **Seminário científico de nutrição**, v. 1, p. 1-16. 2009.
31. OLIVEIRA, N. M. D. **Estudo dos principais ingredientes, custo e valor nutricional de hambúrgueres vegetarianos industrializados.** 2020. 83 f. Graduação (Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Escola de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.
32. LIMA, J. R.; GARRUTI, D. D. S.; PINTO, G. A. S.; MAGALHÃES, H. C. R.; MACHADO, T. F. Vegetal burgers of cashew fiber and Texturized soy protein. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3, p. 1-7, 2017.



33. CASSINI, A. **Análise das características de secagem da proteína texturizada da soja.** 2004. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de pós Graduação em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.



## **Propriedades funcionais dos resíduos da vinicultura**

**Danielle de Oliveira Souza <sup>1</sup>; Jamile Maureen de Sousa Oliveira <sup>2</sup>;**

**Veridiana de Carvalho Antunes<sup>2</sup>**

1: engenheira de alimentos, 2: docentes do CEFET/RJ unidade Valença

### **Resumo:**

A uva (*Vitis vinifera*) apresenta compostos bioativos que conferem ao fruto propriedades funcionais relacionadas à atividade anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana e anticarcinogênica. Compostos funcionais são aqueles que promovem benefícios à saúde, além de nutrir. Neste contexto, os compostos fenólicos se destacam por sua expressiva atividade antioxidante e por estarem presentes em abundância na uva. São classificados em flavonóides (antocianinas, flavonóis, flavanonóis) e não-flavonóides, onde se encontram os estilbenos (resveratrol) e ácidos fenólicos (ácidos hidróxicinâmico e hidróxibenzóico). O consumo destas substâncias está associado à redução do risco de incidência de várias doenças, principalmente as cardiovasculares, cancerígenas e neurodegenerativas. Entretanto, a maioria da produção global de uva é destinada para a vinificação, onde parte dos compostos fenólicos fica retida no bagaço da uva, constituído por casca, sementes e engaço. Estes resíduos, oriundos da vinificação, representam aproximadamente 20% do peso total da uva utilizada neste processo, o que evidencia o potencial de geração de resíduos das agroindústrias de processamento de uvas. Diante do exposto, essa revisão abordará os principais compostos fenólicos presentes na uva e no bagaço da uva, elencando as propriedades funcionais e os benefícios à saúde associados ao consumo destas substâncias. A presença de flavonóis, antocianinas e taninos se destacou dentre os componentes da uva e do bagaço da uva, tendo a atividade antioxidante como principal funcionalidade. A incorporação destes produtos na dieta demonstra potenciais benefícios associados especialmente à proteção cardiovascular, anticancerígena, antimicrobiana e anti-inflamatória. Porém, ainda são necessárias estratégias para potencializar o aproveitamento dos resíduos da vinicultura. A elaboração de coprodutos é uma alternativa para a promoção de um incrementando no consumo de compostos funcionais e redução de impactos ambientais, sendo relevante tanto do ponto de vista nutricional quanto ambiental.

**Palavras-chave:** Uva, vinificação, bagaço da uva, compostos fenólicos.

### **Introdução**

A uva (*Vitis vinifera*) se destaca como umas das frutas que apresentam maiores fontes de compostos fenólicos, especialmente aquelas com coloração mais escura (1,2). Os



compostos fenólicos presentes nas uvas são classificados em flavonóides, constituídos pelos flavanóis, flavonóis e antocianinas, e não-flavonóides, representados pelos ácidos fenólicos e os estilbenos (3,4,5).

Estes compostos orgânicos são oriundos do metabolismo secundário das plantas (3,6) e apresentam expressiva atividade antioxidante, além de ação anti-inflamatória, anticarcinogênica e antimicrobiana (7). Seu consumo está associado à redução do risco de incidência de várias doenças, principalmente as cardiovasculares, cancerígenas e neurodegenerativas, conferindo assim propriedades funcionais à uva (8,9).

O processamento da uva gera como resíduo o bagaço da uva, que é constituído por sementes, casca e caule. Seu peso seco corresponde a 20 % do total de uva processada (10). Cerca de 80% da produção global de uva é destinada para a vinificação e grande parte dos compostos fenólicos presentes na uva ficam retidos nestes resíduos (11). Estima-se que aproximadamente 70% do conteúdo fenólico estão presentes no bagaço da uva (12,13).

Além de promover benefícios à saúde, o aproveitamento destes resíduos contribui para a sustentabilidade do processo e agrega valor para a indústria (12).

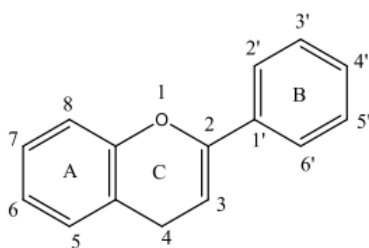
A seguir serão apresentados os principais compostos fenólicos presentes na uva e no bagaço da uva e suas propriedades funcionais:

## Flavonóides

A maioria dos compostos fenólicos presentes nas uvas são flavonóides (1). São constituídos por 15 carbonos, com uma configuração  $C_6 - C_3 - C_6$ , com dois anéis fenil A e B e um anel pirano C. Sua atividade antioxidante está diretamente relacionada com sua estrutura química e são agrupados de acordo com o estado de oxidação do anel C (4,14).

A figura 1 apresenta a estrutura base que dá origem aos diversos flavonóides.

**Figura 1** - Estrutura base dos flavonoides.



Fonte: Souza (2017).



Dentre os subgrupos dos flavonóides, destacam-se os flavanóis ou flavan-3-óis, os flavonóis e as antocianinas (14).

Devido à sua atividade antioxidante, estes compostos têm papel fundamental na saúde, atuam como sequestradores de radicais livres e algumas vezes como quelantes de metais, operando na fase de iniciação e de desenvolvimento do processo oxidativo. Inibem as reações de oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), conhecido como colesterol ruim (15).

### ***Flavanóis***

Os flavanóis possuem atividade anti-inflamatória e antioxidante, protegendo as células do corpo contra os efeitos dos radicais livres (2,15).

Os flavanóis ou flavan-3-óis ou proantocianidinas, são encontradas em maior quantidade na semente e nos engaços da uva. Apresentam como unidades fundamentais as estruturas monoméricas de 2-fenilbenzopiranos (C6-C3-C6) e são agrupadas de acordo com o grau de polimerização, sendo as catequinas, epicatequinas, galocatequinas, epigalocatequinas, compreendidas na forma monomérica, as procianidinas e prodelfinas são formas oligoméricas, enquanto os taninos condensados são polímeros, resultantes da associação de várias unidades de catequinas ou epicatequinas (3,4).

### ***Taninos***

Os taninos são divididos em dois grupos, de acordo com sua estrutura, os hidrolisáveis que são encontrados na madeira, por isso podem estar presentes em vinhos armazenados ou envelhecidos em barril de madeira e os taninos condensados, presentes nas uvas in natura (16).

Seus principais efeitos biológicos podem ocorrer de forma sistematizada em diferentes órgãos ou através de efeitos locais na região gastrointestinal. Possuem atividade antioxidante e antimicrobiana, capazes de destruir radicais, antivirais, antimutagênicos e antinutrientes (2).

### ***Flavonóis***

Os flavonóis estão presentes nas cascas das uvas e são extraídas durante a fase de maceração dos vinhos tintos (4,17).



Os principais flavonóis encontrados no bagaço de uva são a quercetina, isoramnetina, miricetina e kaempferol (12).

Dentre os efeitos benéficos à saúde destacam-se a redução do risco de doenças cardíacas. A quercetina tem ação antialérgica, contribuindo para o tratamento contra a asma, atuando como relaxante muscular, além de ter um grande potencial antioxidante (15).

### ***Antocianinas***

São responsáveis pela pigmentação nos frutos e flores, que vão desde o vermelho intenso ao violeta e azul. Elas são provenientes das antocianidinas, como as pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvidina, que podem ser identificadas em uvas e vinhos tintos (4,17) e se concentram nas camadas superficiais da casca da uva (17).

Devido ao seu poder antioxidante, as antocianinas podem atuar no retardamento e na prevenção de doenças cardiovasculares, neurodegenerativa e câncer (18).

### **Não - Flavonóides**

Os compostos não-flavonóides existentes nas uvas são os ácidos fenólicos, derivados do ácido cinâmico e benzoico, e os estilbenos, com maior destaque o resveratrol (3,14).

### ***Ácidos fenólicos***

Os ácidos fenólicos são divididos em dois grupos: os ácidos cinâmicos contendo nove átomos de carbono e os ácidos benzóicos, compostos por sete átomos de carbono. Estão disponíveis na forma de glicosídeos e ésteres majoritariamente conjugados a antocianinas (hidroxicinâmicos) e minoritariamente livres (hidroxibenzóicos) (19,20).

Ambos possuem atividade antioxidante, sendo mais expressiva nos ácidos hidroxicinâmicos quando comparado com hidroxibenzóicos. Apesar de apresentarem a mesma quantidade de hidroxilas, se diferem pela cadeia lateral que facilita a doação de hidrogênio e estabiliza o radical. Esses ácidos atuam na saúde humana, combatendo os radicais livres, que são responsáveis pelo estresse oxidativo e possuem efeitos anti-inflamatório (4,20).



### ***Estilbenos***

O principal componente deste grupo é o resveratrol, produzido pelas plantas e frutos com a função de proteger contra infecções microbianas, irradiações por luz ultravioleta e danos mecânicos. (20).

O estilbeno mais simples é o trans - resveratrol, sendo o cis -resveratrol um isômero menos estável. É encontrado principalmente na casca da uva, mas também pode estar presente nas sementes, caules e folhas (21).

Estudos apontam que maioria das atividades biológicas defensoras estão associada ao resveratrol, devido à sua capacidade de sequestrar radicais livres (22).

Essa substância traz benefícios para saúde, especialmente na prevenção de doenças cardiovasculares (4,22). O resveratrol pode evitar a causa de coágulos no sangue e aumentar as proteínas de alta densidade (HDL), mais conhecido como colesterol bom, além de agir prevenindo os cânceres de mama e de ovário nas mulheres (15).

Diante das propriedades funcionais apresentadas pelos compostos fenólicos presentes na uva e nos seus resíduos, Osório e Silveira Junior (23) destacam o grande potencial de reaproveitamento destes resíduos, por exercerem um papel importante na saúde humana.

### **Conclusão**

A uva e o bagaço de uva obtido do processo de vinificação são ricos em compostos fenólicos, com destaque para os flavonóis, as antocianinas e os taninos, e apresentaram como principal propriedade funcional a atividade antioxidante.

A incorporação destes compostos na dieta tem potencial para contribuir com benefícios à saúde, especialmente no que se refere à proteção cardiovascular, anticancerígena, antimicrobiana e anti-inflamatória. Entretanto, são necessárias estratégias eficazes para potencializar o aproveitamento dos resíduos da vinificação. O desenvolvimento de coprodutos a partir do bagaço da uva é uma alternativa para promoção de um incremento no consumo de produtos funcionais e redução de impactos ambientais.



## Referências Bibliográficas

- 1- VACCARI, N. F. S.; SOCCOL, M. C. H.; IDE, G. M. Compostos fenólicos em vinhos e seus efeitos antioxidantes na prevenção de doenças. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 1, p. 71-83, 2014.
- 2- AIRES, M. V. L.; MODESTO, R. M. G.; SANTOS, J. S. The benefits of grape on human health: a review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, e281101421825, 2021.
- 3- GUERRA, C. C.; Polifenóis da uva e do vinho. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, n. 4, p. 90-100, 2012.
- 4- SOUZA, M. G. **Utilização De Subprodutos De Uva: Revisão Bibliográfica**. 2017. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2017. p. 73.
- 5- DIÓRIO, A. **Determinação De Compostos Fenólicos E Carotenoides Do Óleo De Sementes De Uva (Cabernet Sauvignon E Bordô) Extraído Por Ultrassom**. 2017. 167 f. Dissertação de (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.
- 6- LORRAIN, B.; KY, I.; PECHAMAT, L.; TEISSEDRE, P-L. Evolution of analysis of polyphenols from grapes, wine and extracts. **Molecules**, v.18, n. 1, 2013. 1076-1100.
- 7- SCHWARTZ, K. C. G. et al. Potential anti-diabetic properties of Merlot grape pomace extract: An in vitro, in silico and in vivo study of  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibition. **Food Research International**, v. 137, p. 109462, 2020.
- 8- KY, I., TEISSEDRE, P-L. Characterisation of Mediterranean Grape Pomace Seed and Skin Extracts: Polyphenolic Content and Antioxidant Activity. **Molecules**. v.20 n. 2, 2190-2207. 2015.
- 9- CORDEIRO, C.A.M. **Tecnologia de alimentos: Tópicos físico, químicos e biológicos**. 1ª edição. Guarujá, SP. Editora Científica Digital, p. 485-505, 2020.





10- KY, I. *et al.* Wine by-products: phenolic characterization and antioxidant activity evaluation of grapes and grape pomaces from six different French grape varieties **Molecules**. v. 19, n. 1, p. 482-506, 19010482, 2014.

11- TROST, K. *et al.* Polyphenol, antioxidant and antimicrobial potential of six different white and red wine grape processing leftovers. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 96, n. 14, p. 4809–4820. 10.1002/jsfa.7981. 2016.

12- BERES, C. *et al.* Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. **Waste Management**, v. 68, p. 581–594, 2017.

13- DWYER, K.; HOSSEINIAN, F.; ROD, M. The Market Potential of Grape Waste Alternatives. **Journal of Food Research**, v. 3, n. 2, p. 91, 2014.

14- PERIN, E. C.; SCHOTT, I. B. **Utilização de farinha extraída de resíduos de uva na elaboração de biscoito tipo cookie**. 2011. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2011.

15- ALVES, Y. F. **Estudo de Compostos Fenólicos em Vinhos Tintos de Uvas Cabernet Sauvignon**. 2017. 59 f. Trabalho de conclusão do curso (Graduação). Universidade Federal de Uberlândia- Campus- Patos de Minas, Patos de Minas - MG. 2017.

16- ROCHA, W. S. *et al.* Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p.1215-1221, dez. 2011.

17- ARAÚJO, J. M. A. – **Química de alimentos: teoria e prática** - 6ª ed. - Viçosa - MG: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2015.

18- MENEZES JÚNIOR, J.B. **Desenvolvimento de geléia e doce de corte a partir do processamento das folhas de vinagreira (Hibiscus Sabdariffa L.)**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2012.

19- GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols — A chemical perspective. **Food Research International**, v.54, p.1843-1858, 2013.



20- BRASOVEANU, O. **Caracterização do perfil fenólico e atividade biológica de sumos de uvas portuguesas**. 2018. 104 f. Dissertação (Mestrado em Segurança Alimentar). Faculdade de Farmácia. Universidade de Coimbra, 2018.

21- GATTO, P. *et al.* Amadurecimento e Controle Genótipo Acumulação de Estilbeno em Uvas Saudáveis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 11773-11785, 2008.

22- PRADO, A. K. M. *et al.* Os efeitos do consumo do vinho na saúde humana. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 1, p. 109-128, 2013.

23- OSORIO, D. V. C. L.; SILVEIRA JUNIOR, J. F. S. **Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de farinha obtida do bagaço de uva cv. 'Concord' (Vitis labrusca L.) sob dois métodos de cultivo: convencional e orgânico**. 2013. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.



## **Proteínas emergentes: segurança alimentar e potencial de uso na indústria alimentícia**

**Isabela Soares Magalhães<sup>1\*</sup>; Ana Flávia Coelho Pacheco<sup>2</sup>; Larissa Lorrane Rodrigues Borges<sup>3</sup>; Daniele Juliana Rodrigues Gonçalves<sup>4</sup> Heloisa de Fátima Mendes Justino<sup>5</sup>; Flaviana Coelho Pacheco<sup>6</sup> Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior<sup>7</sup>**

**Resumo:** O rápido crescimento da população mundial vem aumentando a demanda na produção de alimentos, em especial os que são fontes de proteínas. Esse macronutriente é essencial na saúde dos indivíduos e desempenha importantes propriedades nos produtos alimentícios, atuando como ingredientes funcionais. Além disso, tem-se aumentado o número de indivíduos vegetarianos e veganos, bem como a preocupação dos consumidores com a saudabilidade da dieta e com o impacto ambiental do consumo excessivo de carne. Nesse contexto, tem-se buscado fontes proteicas alternativas que possam substituir os alimentos de origem animal. Além de fontes tradicionais de proteínas vegetais, como a soja, estão sendo estudadas novas possibilidades à base de cereais, outras leguminosas e vegetais. As sementes, em geral subutilizadas, são uma excelente opção, visto que, muitas vezes são descartadas como subprodutos da indústria alimentícia. Outras fontes alternativas são os insetos e as plantas alimentícias não-convencionais (PANC), que se mostram opções disponíveis e mais sustentáveis no suprimento da crescente demanda de proteínas. Sendo assim, esta revisão tem como objetivo fornecer uma visão geral sobre fontes de proteínas emergentes e os desafios e potencialidades envolvidos na utilização dessas matérias-primas visando atender as necessidades nutricionais da população mundial e as demandas da indústria alimentícia.

**Palavras-chave:** Fontes proteicas. Insetos. Plantas Alimentícias não-convencionais (PANC). Sementes.

### **1. Introdução**

Nos últimos anos, a demanda na produção de alimentos tem aumentado, bem como as exigências dos consumidores. Essas mudanças são impulsionadas por diferentes motivos, como o crescimento populacional, maior busca por saudabilidade e conscientização sobre os impactos ambientais relacionados à utilização de recursos na produção alimentar (1).

Do ponto de vista nutricional, a proteína é um macronutriente essencial na dieta, visto que desempenha um importante papel na nutrição básica como fonte de aminoácidos imprescindíveis para a manutenção da saúde dos indivíduos. Nesse contexto, tem-se ampliado a busca por alimentos

---

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Discente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

<sup>7</sup>Docente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

E-mail para a correspondência: isabela.magalhaes@gmail.com



ricos em proteínas que possam substituir as fontes de origem animal na dieta humana, de modo a reduzir o impacto que a pecuária representa para o meio ambiente e atender as demandas relacionadas ao consumo alimentar da população (2,3).

No Brasil, a indústria de alimentos produz uma grande variedade de subprodutos e resíduos, com alto potencial tecnológico e nutricional (4), como sementes, cascas e folhas. Além disso, o país possui uma extensa biodiversidade, que corresponde a cerca de 20% da diversidade biológica mundial (5), o que permite explorar diversas espécies alimentícias ricas em nutrientes como possíveis fontes alternativas de proteínas (6).

Portanto, o objetivo desta revisão é fornecer uma visão geral sobre as fontes de proteínas emergentes como proteínas de cereais, leguminosas, vegetais folhosos, sementes e insetos. Além disso, serão abordados os desafios e potencialidades envolvidos na utilização dessas matérias-primas em substituição às fontes proteicas convencionais a fim de garantir a segurança alimentar da população e atender às novas demandas dos consumidores.

## 2. Cereais, leguminosas e sementes

As proteínas vegetais, quando combinadas da forma correta, podem fornecer quantidades suficientes de aminoácidos essenciais que atendam às necessidades do organismo humano. Os grupos vegetais mais importantes são os cereais e leguminosas (Quadro 1) e podem ser consumidos como farinhas, grãos e adicionados em produtos, além dos extratos proteicos, que muitas vezes são obtidos como coprodutos da extração de óleo, como é o caso da soja (1).

Os cereais contêm em média de 8 a 11% de proteínas e são ricos em aminoácidos contendo enxofre e pobres em lisina e triptofano. A maioria das proteínas de cereais apresenta baixa solubilidade em água, sendo usadas principalmente para fortificação proteica em alimentos sólidos. Já o teor de proteínas em leguminosas varia de 18% a 34% sendo que os grãos têm altos teores de lisina, leucina, ácido aspártico e arginina, mas os níveis de metionina e cisteína contendo enxofre são muito baixos (7).

Quadro 1 - Teores de proteínas das principais fontes vegetais

Fonte	Teor proteico
Soja	35 - 40%
Ervilha	20 - 30%



Grão-de-bico	20 - 25%
Tremoço	35 - 40%
Sorgo	9 - 17%
Trigo	8 - 15%
Milho	9 - 12%
Cevada	8 - 15%

Fonte: Adaptada de Day, 2013 (1)

Em determinadas fontes vegetais, a proteína está concentrada majoritariamente nas sementes e nos grãos, que armazenam a maioria das fontes de nitrogênio (1). As frutas são muito utilizadas na produção de sucos naturais, doces em conservas, extratos e polpas, e aproximadamente 60% destas matérias-primas são constituídas de sementes, cascas e folhas, que em grande parte são descartados (8). Muitos subprodutos da indústria alimentícia têm ganhado mais espaço nos últimos anos, devido ao teor considerável de proteínas e a busca por sustentabilidade e diversificação na produção alimentar.

Um exemplo é o cupuaçu, *Theobroma grandiflorum Schum*, fruto típico da região Norte do Brasil, com grande potencial econômico. A produção, industrialização e comercialização deste fruto é focado na polpa. A semente, um subproduto da industrialização da polpa, apresenta teor considerável de proteínas, próximo de 26% em base seca e desengordurada (9). Outra semente com excelente potencial é da abóbora, *Cucurbita maxima*, popularmente conhecida como moranga, que é uma espécie cultivada em grande escala no Brasil e em diversos outros países (10). Suas sementes são fontes de fibras, compostos biologicamente ativos e proteínas, com teor que pode variar entre 26 e 35% (11).

No entanto, alguns desafios estão relacionados à utilização de proteínas vegetais, e o foco de muitos trabalhos científicos da área é a redução do sabor amargo ou adstringente que pode ocorrer e remoção de compostos antinutricionais. Algumas estratégias têm sido utilizadas, como a alteração dos métodos de isolamento ou modificação dos produtos proteicos, sendo a fermentação e a hidrólise enzimática, métodos considerados extremamente promissores (7).

### 3. Plantas alimentícias não-convencionais

As plantas alimentícias não-convencionais (PANC) são plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis, são espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas e estão presentes em





determinadas regiões onde exercem influência na alimentação de uma população tradicional. Como exemplo tem-se a azedinha, serralha, taioba, ora-pro-nóbis, maxixe, beldroega e caruru (12,13).

São espécies que podem ser representadas por frutos, folhas, flores, rizomas, sementes e inflorescências (14). As hortaliças folhosas são alternativas promissoras, sendo consideradas mais baratas e abundantes fontes de proteínas, minerais, fibras e compostos bioativos. Muitas dessas são fontes de proteínas com teores superiores quando comparadas com hortaliças convencionais, o que demonstra o potencial de uso dessas plantas para uma dieta de melhor qualidade nutricional (13).

Algumas espécies já são conhecidas e estudadas, como a Seriguela, *Spondias purpúrea L.*, presente no Norte e Nordeste do Brasil, que é um fruto bastante utilizado em sucos, e suas folhas possuem alto teor de proteína e podem ser consumidas cruas ou cozidas. A *Limnocharis flava* também conhecida como Couve d'água também possui como destaque o conteúdo de proteínas (15).

Dentre as diversas PANC encontradas no Brasil, pode-se destacar a *Pereskia aculeata Miller*, conhecida popularmente como ora-pro-nóbis (OPN). Essa PANC pertence à família Cactacea e foi apelidada de “carne de pobre”, devido ao seu alto teor de proteínas (16). Em folhas de OPN desidratada, já foi detectado teor de proteínas de 22,93% (17) e até mesmo 28,4% (18). Esses diferentes resultados encontrados para a composição centesimal, provavelmente ocorrem devido a diferentes regiões de cultivo, fatores ambientais e variações de solo.

Outras PANC possuem teores elevados de proteínas, como a *Alternanthera philoxeroides*, conhecida como erva de jacaré, que possui em média 19,55% de proteínas em base seca (folhas e talos). A *Boehmeria caudata*, também chamada de urtiga mansa possui cerca de 24,15% de proteínas em suas folhas e o Mentrúz rasteiro, *Coronopus didymus* possui 28,1% em base seca de partes aéreas (13).

Apesar de serem abundantes e dos conteúdos significativos de proteínas, a grande maioria destas espécies permanece desconhecida ou subutilizada. Poucas informações a respeito da composição nutricional das plantas alimentícias nativas no Brasil estão disponíveis. Desta forma, estudos e divulgações das PANC são necessários para um maior aproveitamento econômico dessas espécies, que poderiam contribuir com o enriquecimento e diversificação da dieta dos indivíduos.

#### **4. Proteínas de insetos**



A entomofagia é uma prática que usa o inseto como fonte alimentar, que com o passar dos anos vem ganhando destaque por ser uma boa fonte de nutrientes, principalmente de proteínas. Essa prática pode contribuir diretamente para o consumo alimentar sustentável e segurança alimentar global, pois seu consumo tem baixo impacto ambiental (19). Além da alta concentração proteica, o consumo de insetos comestíveis pode proporcionar outros benefícios ao consumidor, ofertando quantidades significativas de energia, fibras, lipídios, minerais e vitaminas (20).

As proteínas de insetos comestíveis podem ser consumidas de algumas formas, a principal delas é a forma direta que não necessita de nenhum processo de extração. Em paralelo, processos de extração podem ser realizados para obtenção de concentrados proteicos que serão utilizados em formulações alimentícias para desempenhar propriedades técnico-funcionais como formação de géis, emulsões e espumas. Essas proteínas podem também passar por processos biotecnológicos com a finalidade de ofertar compostos com atividades benéficas para a saúde, com funções antioxidantes, antidiabéticas e anti-hipertensivas (21).

As larvas de *Tenebrio molitor* apresentam um elevado teor proteico (18%) e são fontes de aminoácidos essenciais como histidina, treonina, fenilalanina e tirosina. Em um estudo com essas larvas avaliou-se a aplicação das proteínas em bolachas de manteiga, observando-se um aumento do teor proteico e lipídico do produto, bem como uma cor mais escura e avermelhada. Em termos sensoriais, as bolachas com proteínas extraídas de *Tenebrio molitor* obtiveram um índice de satisfação de pelo menos 80% na maioria dos parâmetros avaliados e os avaliadores demonstraram que teriam a intenção de adquirir este produto com alguma frequência (22). Esse resultado se torna extremamente relevante dada a baixa aceitação do consumo de insetos *in natura*, que é um dos principais desafios da inserção dessa fonte proteica na alimentação humana.

Além disso, outros desafios estão envolvidos no uso dessa matéria-prima, como por exemplo a extração das proteínas. Uma alternativa promissora é a utilização de tecnologias, como a ultrassônica, que ganhou espaço na produção de proteína de insetos em pó, hidrolisados e isolados. Devido à alta eficiência do processo, o ultrassom é usado para extrair proteínas de insetos, modificar as estruturas das proteínas e melhorar as propriedades técnico-funcionais das proteínas (23, 24).

## **5. Desafios e potencialidades da utilização e beneficiamento de proteínas emergentes**

A demanda por fontes alternativas às proteínas de origem animal tem gerado um crescente interesse em proteínas emergentes, como as extraídas de cereais, leguminosas, sementes, vegetais



folhosos e insetos. A produção alimentar dessas fontes proteicas emergentes possui diversas potencialidades, como a geração de um menor impacto ao meio ambiente, representando assim uma escolha mais sustentável, além de apresentarem reconhecido valor nutricional e potenciais atividades biológicas e técnico-funcionais (25, 26).

Apesar das fontes alternativas de proteínas serem promissoras em relação às necessidades de consumo da população e de uma maior sustentabilidade na cadeia produtiva, ainda existem vários desafios para o emprego dessas fontes proteicas na alimentação humana. Entre esses desafios, encontram-se a necessidade de adaptação de tecnologias e métodos para a produção e caracterização das proteínas, a necessidade de avaliação criteriosa dos efeitos tóxicos para introdução dessas novas proteínas na dieta, incluindo possíveis alergias, e a aceitação pelos consumidores (27).

Ao introduzir proteínas de novas fontes na dieta humana, é essencial avaliar seu comportamento e biodisponibilidade em todo o trato gastrointestinal, além de verificar seus possíveis efeitos citotóxicos. Algumas proteínas já foram relatadas como tendo efeitos citotóxicos ou alergênicos contra células humanas. Dessa forma, a avaliação sobre o comportamento das proteínas emergentes no trato gastrointestinal humano é de muita importância, principalmente no que diz respeito à toxicidade e alergenidade alimentar (28).

A aceitação dos consumidores é outro ponto crucial para a implementação das proteínas emergentes na dieta. Em geral, a aceitação das proteínas alternativas em comparação com a proteína animal é relativamente baixa e varia muito entre diferentes fontes de proteínas. As proteínas à base de plantas são mais aceitas do que outras, como as de insetos. Entre os fatores que influenciam a baixa aceitação dessas proteínas estão o sabor, familiaridade, tradições culturais, neofobia alimentar, entre outros (29). A tendência é que essa aceitação seja cada vez maior, visto que há um crescente interesse dos consumidores por alimentos mais saudáveis e uma preocupação maior com as questões ambientais e com o bem-estar animal (30).

## **6. Conclusão**

Com o rápido crescimento da população mundial, a segurança alimentar tem sido vista como um grande desafio para a indústria agroalimentar. A diversificação de fontes de proteínas se tornará crítica quando o fornecimento de proteínas animais atingir a capacidade máxima de produção. Logo, a mudança para uma dieta mais sustentável gera menos dependência de alimentos de origem animal e, portanto, apresenta-se como uma alternativa para a indústria nos próximos anos.



Nesse sentido, a pesquisa científica é de extrema relevância, visando potencializar a obtenção e uso de proteínas emergentes, ampliar a inovação tecnológica, e solucionar desafios como a purificação das proteínas, que muitas vezes estão presentes em misturas, eliminar compostos antinutricionais, tais como oxalatos, taninos, fitatos, que podem interferir na biodisponibilidade de proteínas e minerais, além de investigar eventual toxicidade e alergenicidade.

Assim, será possível atender às necessidades nutricionais mundiais de forma segura e eficaz, por meio do desenvolvimento de alimentos enriquecidos ou suplementos alimentares, bem como a industrialização das proteínas emergentes visando a obtenção de ingredientes com potenciais propriedades biológicas e técnico-funcionais.

## 7. Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES - Código Financiamento 001; à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-00388-21 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto (429033/2018-4) e pela bolsa de produtividade à B.R.C. Leite Júnior (306514/2020-6).

## 8. Referências:

1. DAY, L. Proteins from land plants—potential resources for human nutrition and food security. **Trends in Food Science & Technology**, v. 32, n. 1, p. 25-42, 2013.
2. FATHOLLAHY, I. et al. Characteristics and functional properties of Persian lime (*Citrus latifolia*) seed protein isolate and enzymatic hydrolysates. **LWT**, v. 140, p. 110765, 2021.
3. JIN J. et al. Effect of degree of hydrolysis on the bioavailability of corn gluten meal hydrolysates *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 95, p.2501- 2509, 2015.
4. LOVATTO, N.M. et al. Phosphorylated protein concentrate pumpkin seed (*Cucurbita moschata*): optimization by response surface methodology and nutritional characterization. *Ciencia Rural*, v. 50, p. e20190093, 2020.
5. PEISINO, M. C. O. et al. Health-Promoting Properties of Brazilian Unconventional Food Plants. **Waste and Biomass Valorization**, v. 11, p. 4691–4700, 2019.
6. LEAL, M. L.; ALVEZ, R. P.; HANAZAKI, N. Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants, **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 14, n. 6, 2018.



7. SCHWEIGGERT-WEISZ, U. et al. Food proteins from plants and fungi. **Current Opinion in Food Science**, v. 32, p. 156-162, 2020.
8. VERONEZI, C.M.; JORGE, N. Aproveitamento de sementes de abóbora (*Cucurbita* sp) como fonte alimentar. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v 14, p. 113-124, 2012.
9. CARVALHO, A. V.; GARCÍA, N. H. P.; FARFÁN, J. A. Proteínas da semente de cupuaçu e alterações devidas à fermentação e à torração. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 4, p. 986-993, 2008.
10. NAVES, L.P. et al. Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 185-190, 2010.
11. DO VALE, C. P. et al. Composição e propriedades da semente de abóbora. **FAG JOURNAL OF HEALTH (FJH)**, v. 1, n. 4, p. 79-90, 2019.
12. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Hortaliças não-convencionais: (tradicionais) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: MAPA/ ACS, 2010. 52 p.
13. KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.
14. KINNUP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 1. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.
15. LIBERATO, P. S; LIMA, D. V. T.; SILVA, G. M. B. PANCs-Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. *Environmental smoke*, v. 2, n. 2, p. 102-111, 2019.
16. MARTIN A.A et al. Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of *Pereskia aculeata*. *Food Hydrocoll.* 2017;70:20-28
17. ROCHA, D. R. C. et al. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. *Alimentos e Nutrição, Araraquara*, v. 19, n. 4, p. 459-465, 2008.
18. TAKEITI, C. Y. et al. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, p. 148-160, 2009.





19. MOTOKI, K.; et al. Contextual acceptance of insect-based foods. **Food Quality and Preference**, Elsevier Ltd, v. 85, n. 103982, out. 2020.
20. MARIUTTI, L. R. B.; et al. The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake. **Food Research International**, Elsevier Ltd, v. 149, n. 110709, nov. 2021.
21. DE CASTRO, R. J. S.; SATO, H. H. Biologically active peptides: Processes for their generation, purification and identification and applications as natural additives in the food and pharmaceutical industries. **Food Research International**, Elsevier Ltd, v. 74, p. 185-198, ago. 2015.
22. COSTA, S. M. **Proteínas de larvas de Tenebrio molitor (L., 1758): extração, caracterização e aplicação num produto alimentar**. 2017. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa (Portugal).
23. BENJAMIN, K. M. et al. Techno-functional attribute and antioxidative capacity of edible insect protein preparations and hydrolysates thereof. Effect of multiple mode sonochemical action. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 58, p.104676, 2019.
24. RIVERO-PINO, F. et al. Effect of ultrasound pretreatment and sequential hydrolysis on the production of Tenebrio molitor antidiabetic peptides. **Food and Bioproducts Processing**, v. 123, p. 217-224, 2020.
25. AVELAR, Z. et al. The role of emergent processing technologies in tailoring plant protein functionality : New insights. **Trends in Food Science & Technology**, v. 113, p. 219–231, 2021.
26. AKHTAR, Y.; ISMAN, M. B. Insects as an Alternative Protein Source. In: YADA, R. Y. (Ed.). **Proteins in Food Processing**. 2. ed. [s.l.] Elsevier Ltd., 2018. p. 263–288.
27. GÓMEZ, B. et al. Challenges and opportunities regarding the use of alternative protein sources : Aquaculture and insects. In: TOLDRÁ, F. (Ed.). **Advances in Food and Nutrition Research**. [s.l.] Academic Press, 2019. v. 89. p. 260–289.
28. FASOLIN, L. H. et al. Emergent food proteins – Towards sustainability, health and innovation. **Food Research International**, v. 125, p. 108586, 2019.
29. ONWEZEN, M. C. et al. A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. **Appetite**, v. 159, p. 105058, 2021.
30. TSO, R.; LIM, A. J.; FORDE, C. G. A Critical Appraisal of the Evidence Supporting



Consumer Motivations for Alternative Proteins. **Foods**, v. 10, p. 1–29, 2020.



## Qualidade de leite UHT comercializado em diferentes regiões do Brasil

Lucas Rodrigues da Silva<sup>1\*</sup>; Lucas da Silva Mendes<sup>1</sup>, Isabella Maciel Costa<sup>2</sup>, Cosme Damião Barbosa<sup>2</sup>, Elisa Helena Paz Andrade<sup>2</sup>

**Resumo:** Devido à sua riqueza em nutrientes e principalmente por ser uma fonte de proteínas de alto valor biológico, o leite e os produtos lácteos são alimentos que merecem destaque na dieta da população mundial e brasileira. Dentre esses produtos, ressalta-se o leite UHT, cujo consumo cresceu de forma considerável nos últimos anos. Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a qualidade do leite UHT comercializado em diferentes regiões do Brasil, buscando abordar os parâmetros e padrões físico-químicos e microbiológicos preconizados pela legislação específica e os principais problemas encontrados nesse produto que podem contribuir para a perda de qualidade do produto final. Para tanto, foram pesquisados artigos utilizando-se bases de dados como Google Acadêmico, Science Direct e Periódicos CAPES. Segundo o acervo consultado, foi possível constatar que algumas amostras desse produto coletadas em locais diversos do Brasil não estavam em conformidade com o padrão microbiológico preconizado para aeróbios mesófilos e apresentaram contagens de microrganismos esporulados, capazes de realizar proteólise e lipólise, alterações responsáveis por defeitos no produto e comprometimento de sua vida de prateleira. A análise da crioscopia do leite UHT resultou em valores abaixo do limite mínimo estabelecido para leite cru, provavelmente devido à incorporação de sais estabilizantes na tecnologia de fabricação desses produtos. Os resultados obtidos para as análises de acidez titulável e teor de gordura em algumas amostras também se mostraram em desconformidade com o padrão estabelecido. Tendo em vista o que foi exposto, evidencia-se a necessidade de análise minuciosa nos processos relacionados ao processamento UHT com o objetivo de garantir melhor qualidade microbiológica para esse produto. Ressalta-se também a importância de ações de fiscalização voltadas para verificação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos estipulados para esse tipo de leite.

**Palavras-chave:** Físico-química. Microbiologia. Produtos de origem animal. Tratamento térmico. Vida de prateleira.

### Introdução

O leite é um produto muito popular no Brasil devido às suas características nutricionais e sensoriais, além do seu uso na produção de derivados, constituindo um

---

<sup>1</sup>Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>2</sup>Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

E-mail para a correspondência: lucas.rodrigueswm@gmail.com



mercado em constante crescimento (1, 2). O leite UAT (ultra alta temperatura) ou UHT (*Ultra-high temperature*) é comumente apreciado em todo o mundo e o seu consumo no Brasil cresceu nos últimos 20 anos (3).

O leite UAT pode ser definido como o leite homogeneizado submetido a uma temperatura entre 130 °C e 150 °C por 2 a 4 segundos por meio de um processo térmico de fluxo contínuo, imediatamente resfriado a uma temperatura inferior a 32° C e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas (4, 5). A aplicação incorreta do binômio de tempo e temperatura no processo de ultra alta temperatura, falhas de higiene na obtenção da matéria-prima, nas condições ambientais e de processamento podem comprometer a qualidade do produto final (1).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre a qualidade do leite UHT comercializados em diferentes regiões do Brasil buscando abordar os parâmetros e padrões físico-químicos e microbiológicos preconizados pela legislação específica (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade) e os principais problemas encontrados nesse produto que podem contribuir para a perda de qualidade do produto final.

## **Metodologia**

O estudo se caracterizou como uma pesquisa qualitativa, bibliográfica e sistemática da literatura. Para esta revisão, as fontes de dados utilizadas foram artigos publicados nos últimos 10 anos. A pesquisa foi realizada em junho de 2021 nas bases eletrônicas de dados Google Acadêmico, Science Direct e Periódicos CAPES, utilizando os descritores “leite UAT”, “leite UHT”, “qualidade de leite UAT”, “qualidade de leite UHT”. Foi utilizada a classificação por relevância e a ordenação dos resultados gerada automaticamente pelas bases.

## **Parâmetros e padrões físico-químicos e microbiológicos para leite UHT**

A qualidade do leite está vinculada tanto às suas características físico-químicas quanto às microbiológicas; dessa forma, alguns parâmetros devem ser avaliados para verificar as condições desse produto (6).

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite UAT (UHT) (4), os parâmetros físico-químicos que devem ser avaliados nesse produto são o teor de matéria gorda, acidez, estabilidade ao etanol e extrato seco desengordurado, cujos padrões



irão variar de acordo com o tipo de leite (integral, semidesnatado ou desnatado), conforme consta na Tabela 1.

Em relação aos critérios microbiológicos, o leite UAT não deve ter microrganismos capazes de proliferar em condições normais de armazenamento e distribuição. Após incubação na embalagem fechada a 35-37°C, durante 7 dias, deve-se realizar pesquisa de aeróbios mesófilos segundo um plano de amostragem de duas classes. Devem ser coletadas cinco amostras de um lote (n=5), que devem apresentar contagens menores ou iguais a 100 unidades formadoras de colônias (UFC) de aeróbios mesófilos por mL (valor de m) para que o lote seja considerado aceito. Nenhuma amostra (c=0) pode apresentar contagem maior que 100 UFC de aeróbios mesófilos/mL. Se isso ocorrer, o lote é rejeitado (4).

Tabela 1- Requisitos e padrões físico-químicos para leite UHT

Requisitos	Leite integral	Leite semi-desnatado	Leite desnatado
Matéria gorda (% m/v)	mínimo 3,0	0,6 a 2,9	Máximo 0,5
Acidez (g ácido láctico/ 100 mL)	0,14 a 0,18	0,14 a 0,18	0,14 a 0,18
Estabilidade ao etanol 68% (v/v)	Estável	Estável	Estável
Extrato seco desengordurado (% m/m)	Mínimo 8,2	Mínimo 8,3	Mínimo 8,4

Fonte: adaptado de Brasil, 1996

Os estabilizantes são aditivos permitidos para uso em leite UAT. São aceitos os seguintes sais, utilizados para essa função: citrato de sódio, monofosfato de sódio, difosfato de sódio, trifosfato de sódio, separados ou em combinação, em uma quantidade não superior a 0,1g/100mL expressos em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (7).

### Qualidade do leite UHT





É importante ressaltar que o leite cru que será destinado à fabricação do leite UHT deve ser de boa qualidade. Microrganismos psicrotróficos como *Pseudomonas* spp. podem produzir enzimas proteolíticas e lipolíticas que degradam componentes do leite, levando a alterações de sabor e textura. As proteases e lipases extracelulares desse grupo de microrganismos podem afetar a vida de prateleira do leite UHT, pois são capazes de resistir a esse tratamento térmico (8). Alterações físico-químicas e enzimáticas no leite durante o transporte e armazenamento podem levar à deterioração do leite UHT, causando defeitos como sabor e odor desagradáveis, sedimentação e gelificação, que podem ser detectadas pelos consumidores. A proteólise da caseína por enzimas de psicrotróficos é considerada a principal causa de diminuição da qualidade do leite UHT (9).

O tratamento UHT tem eficácia parcial no controle de esporos, aspecto importante relacionado à saúde pública; juntamente com o fato de que enzimas resistentes ao calor podem causar alterações sensoriais no produto final (10).

Em um estudo realizado em Porto Velho, Rondônia, nove amostras de leite UHT, que pertenciam a três marcas distintas, foram analisadas no ano de 2015. Desse total, 33% (3/9) apresentaram contagem de aeróbios mesófilos superior ao limite estabelecido. O grupo coliformes não foi detectado em nenhuma das amostras (11).

Pinto e colaboradores (3) avaliaram a qualidade microbiológica de 91 amostras de leite UHT, compreendendo 21 marcas comercializadas em Minas Gerais, quanto à presença de microrganismos deteriorantes e formadores de esporos, sendo estes resistentes ao emprego do tratamento térmico. Os autores identificaram que em 51% das amostras de leite havia a presença de microrganismos esporulados e em 45% as contagens de mesófilos aeróbios apresentaram-se superiores a  $1,0 \times 10^2$  UFC.mL<sup>-1</sup>, impactando negativamente a estabilidade e qualidade do produto. Os microrganismos esporulados presentes nas amostras de leite foram identificados como *Bacillus subtilis/amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus megaterium*. Destes, verificou-se que 31% e 33% apresentaram atividade proteolítica e lipolítica, respectivamente.

Silva e colaboradores (1) avaliaram as propriedades físico-químicas e a qualidade microbiológica de 390 amostras de leite UHT integral comercializado em Pernambuco, Brasil. Os autores verificaram que todas as marcas atenderam aos padrões físico-químicos determinados, mas 105 (26,9%) amostras estavam em desacordo com o padrão microbiológico.



Nascimento e colaboradores (2) também avaliaram a qualidade microbiológica e físico-química de amostras de três marcas de leite UHT comercializado na cidade de Nossa Senhora da Glória, Sergipe. Os autores observaram que todas as amostras estavam de acordo com o padrão microbiológico. Foram observadas variações apenas no índice crioscópico com um valor inferior ( $-0,556\text{ }^{\circ}\text{H}$ ) ao limite mínimo estabelecido na legislação, que é de  $-0,550\text{ }^{\circ}\text{H}$ , e pH dos leites, com valor inferior (6,58) ao normalmente observado (6,6 a 6,68). A alteração do índice crioscópico pode ser explicada pela adição de sais estabilizantes ao produto (7), que contribuem para a diminuição do ponto de congelamento do leite.

Borges e colaboradores (12) avaliaram a qualidade de onze marcas de leite UHT integral comercializados em Teresina, Piauí, quanto aos parâmetros físico-químicos. As análises físico-químicas realizadas foram: densidade, gordura, proteína, extrato seco desengordurado, índice crioscópico e condutividade, determinadas por método rápido utilizando o aparelho de ultrassom Ekomilk®; pH e acidez total titulável foram determinados segundo metodologia oficial. As análises evidenciaram que 45% das marcas de leite integral UAT estavam em conformidade com os padrões oficiais. Em relação aos parâmetros de pH, densidade e proteína, os resultados encontravam-se dentro da faixa de leites com qualidade para o consumo humano. Não foi observado indício de fraude em nenhuma das amostras analisadas. Em relação aos teores de gordura e acidez, 45% e 27% das marcas, respectivamente, estavam fora do padrão estabelecido pela legislação, indicando que existe a necessidade de maior fiscalização do leite integral UHT.

Oliveira e colaboradores (13) avaliaram as características físico-químicas, a presença de substâncias adulterantes e a rotulagem de amostras de leite UHT integral e desnatado comercializados no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, verificando se as mesmas estavam de acordo com as legislações vigentes. Foram avaliadas 30 amostras, sendo cinco marcas de cada tipo de leite (integral e desnatado) e três diferentes lotes. Para as análises de composição e características físico-químicas, foi utilizado o analisador ultrassônico (Lactoscan Milk Analyzer, Milkotronic®, Bulgária). O equipamento fornece os resultados dos seguintes parâmetros: gordura, extrato seco desengordurado (ESD), densidade, lactose, minerais, proteína, índice crioscópico e água adicionada, além disso foi realizada a análise de acidez titulável. Também foram feitas pesquisas de substâncias adulterantes, como presença de amido, cloretos, sacarose e neutralizantes da acidez. Foram obtidos resultados dentro do exigido pela legislação para os parâmetros físico-químicos, exceto para os valores



de acidez titulável e crioscopia. Em relação às análises de adulterantes, os resultados foram negativos, demonstrando que não houve adição das substâncias adulterantes pesquisadas.

### **Conclusão**

Tendo em vista o que foi exposto, evidencia-se a necessidade de análise minuciosa nos processos relacionados ao processamento UHT por parte das indústrias com o objetivo de garantir melhor qualidade microbiológica para esse produto e, conseqüentemente, maior vida de prateleira associada a menor ocorrência de defeitos que podem levar à rejeição do produto pelo consumidor. Ressalta-se também a importância de ações de fiscalização voltadas para verificação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos estipulados para esse tipo de leite. Devido à particularidade de adição de sais estabilizantes a esse produto, padrões específicos para a crioscopia poderiam ser estipulados pela legislação.

### **Referências Bibliográficas**

1. SILVA, A. T. F. *et al.* Quality of UHT whole milk marketed in Pernambuco, Brazil. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 15, n. 3, p. 282-288, 2021.
2. NASCIMENTO, R. C. V. *et al.* Microbiological and physicochemical evaluation of the UHT milk marketed in Nossa Senhora da Glória–SE. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38204-38212, 2020.
3. PINTO, C. L. O. *et al.* Microbiological quality of Brazilian UHT milk: Identification and spoilage potential of spore-forming bacteria. **International Journal of Dairy Technology**, v. 71, n. 1, p. 20-26, 2017.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria n. 146, de 07 de março de 1996. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 mar. 1996.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 9013 de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 mar. 2017.
6. BECKER-ALGERI, T. A. *et al.* Seasonal variation of milk quality: Physicochemical, microbiological, and toxicological. **Journal of Food Safety**, v. 40, n. 4, p. e12796, 2020.



7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 370, de 04 de setembro de 1997. Aprova a inclusão do citrato de sódio no Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Leite U.H.T (U.A.T). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 set. 1997.
8. ALVES, M. P. *et al.* Characterization of a heat-resistant extracellular protease from *Pseudomonas fluorescens* 07A shows that low temperature treatments are more effective in deactivating its proteolytic activity. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 7842-7851, 2016.
9. MATÉOS, A. *et al.* Proteolysis of milk proteins by AprX, an extracellular protease identified in *Pseudomonas* LBSA1 isolated from bulk raw milk, and implications for the stability of UHT milk. **International Dairy Journal**, v. 49, p. 78-88, 2015.
10. CLAEYS, W. L. *et al.* Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. **Food control**, v. 31, n. 1, p. 251-262, 2013.
11. SANTOS, D. G. *et al.* Microbiological analysis of milk produced in Rondônia and marketed in the city of Porto Velho – RO. **Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 1, p. 79-89, 2017.
12. BORGES, J. M. *et al.* Qualidade físico-química de leites integrais UAT comercializados em Teresina, Piauí. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6699-6706, 2021.
13. OLIVEIRA, K. B.; KOBORI, C. N.; UBALDO, J. C. S. R. Avaliação da qualidade físico-química, rotulagem e ocorrência de adulterações em amostras de leite UHT. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 74, n. 3, p. 195-206, 2019.



## Qualidade nutricional e custo de produtos sem glúten: uma revisão

Victória de Freitas Cechet<sup>1</sup>; Fabiana Torma Botelho<sup>2</sup>

**Resumo:** Objetivo: Realizar uma revisão integrativa da literatura, analisando o custo e a qualidade nutricional de produtos sem glúten industrializados disponíveis em mercados nacionais e internacionais. Método: Os artigos foram selecionados utilizando a plataforma eletrônica PubMed e publicados entre os anos 2011 e 2021, utilizando os descritores cruzados em português/inglês: “qualidade nutricional”, “glúten”, “dieta livre de glúten”, “doença celíaca” e “produtos sem glúten”. Resultados: Foram encontrados 76 artigos e 14 foram selecionados para compor essa revisão. Os estudos demonstraram que a maioria dos produtos sem glúten possuem baixos teores de proteínas e altos teores de carboidratos e gorduras. Além de deficiências de alguns micronutrientes e valores que podem chegar a 400% mais caros que seus equivalentes com glúten. Conclusão: Produtos sem glúten apresentam uma composição nutricional inferior quando comparados a produtos similares com glúten, além de custos muito altos. Isto demonstra a necessidade de maiores estudos e investimentos na elaboração de alimentos sem glúten, a fim de melhorar a qualidade nutricional dos mesmos, além de facilitar o acesso dos celíacos a esses alimentos e consequentemente melhorar o prognóstico e a qualidade de vida do paciente.

**Palavras-chave:** Composição de alimentos. Dieta sem glúten. Doença celíaca.

### Introdução

O glúten é um complexo proteico encontrado naturalmente em alguns cereais e formado principalmente por dois grupos de proteínas: a glutenina e a gliadina. Essas proteínas são responsáveis pela parte estrutural e conferem elasticidade aos produtos de panificação. No entanto, em indivíduos com Doença Celíaca (DC), o glúten é um fator desencadeante de uma cascata de inflamação intestinal e ataque ao sistema imunológico, causando danos a mucosa do intestino delgado e atrofiando suas vilosidades (1).

O único tratamento para DC e outras Desordens Relacionadas ao Glúten (DRG) é a exclusão de alimentos que contenham glúten como trigo, centeio e cevada, além de controlar a ingestão acidental que poderá ocorrer em alimentos naturalmente isentos de glúten, mas que podem ser contaminados com este, causando também agravos a saúde dessas pessoas (1). Estudos mostram que a incidência da DC está aumentando em todo o mundo e a prevalência pode chegar a 1% na Europa e Estados Unidos (2).

A dieta sem glúten, se não for planejada adequadamente, pode levar a um desequilíbrio nutricional (3). Amidos e farinhas comumente utilizados em produtos sem

<sup>1</sup>Discente do Curso de Nutrição, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas – UFPel\*

<sup>2</sup>Docente do Curso de Nutrição, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas - UFPel  
E-mail para a correspondência: fabibotelho@hotmail.com/victoriacechet@gmail.com





glúten possuem em geral baixos teores de fibras (4). Ademais, pacientes com DC podem apresentar má absorção de nutrientes devido à inflamação intestinal causada pela doença, além de terem a qualidade de vida afetada, pois a dieta sem glúten causa dificuldades em comer socialmente. Em conjunto a isso, um estudo mostra que produtos sem glúten podem estar relacionados ao ganho de peso excessivo em crianças e adolescentes celíacos (5).

Uma pesquisa no Canadá mostrou que 29% dos canadenses consomem produtos sem glúten, no entanto apenas 7% deles fazem por indicações médicas (6). Além disso, alguns indivíduos acabam aderindo a dieta sem glúten para auxiliar seus familiares no tratamento das DRG ou ainda, impedir a contaminação cruzada (7). Contudo, seguir uma dieta livre de glúten pode ser difícil, e a baixa qualidade nutricional e os altos preços dos produtos sem glúten podem comprometer a adesão à dieta. O mercado de produtos sem glúten cresceu muito nos últimos anos e a tendência é que cresça ainda mais (8).

O presente trabalho teve como objetivo analisar e discutir, através de uma revisão integrativa da literatura, a qualidade nutricional e o custo de produtos sem glúten industrializados disponíveis no mercado mundial, inclusive no Brasil. Além disso, busca ressaltar as possíveis deficiências e desequilíbrios de macronutrientes e micronutrientes nos alimentos sem glúten comercializados e incentivar o desenvolvimento de produtos sem glúten com melhor qualidade nutricional e políticas públicas que garantam aos portadores de DC e DRG o acesso à alimentação adequada, de qualidade e acessível financeiramente.

## **Método**

Para a localização dos artigos sobre qualidade nutricional e preços de alimentos sem glúten e posterior elaboração da revisão bibliográfica, foi realizada uma busca na plataforma eletrônica PubMed com as seguintes palavras-chave: “qualidade nutricional”, “glúten”, “dieta livre de glúten”, “doença celíaca” e “produtos sem glúten” em português/inglês. Dos 76 artigos encontrados, foram selecionados 14 artigos que possuíam relação com o objetivo da pesquisa.

## **Doença celíaca**

A DC é desencadeada pela ingestão de glúten, causando reações imunológicas e atrofia das vilosidades intestinais em indivíduos portadores do Antígeno Leucocitário Humano (HLA) DQ2 e ou DQ8, sendo a DC então resultante de uma interação entre



fatores genéticos e ambientais (9). Antigamente, a DC era considerada pediátrica, pelos primeiros casos terem sido descritos em crianças, contudo já foi evidenciado que a DC pode acometer indivíduos de qualquer faixa etária (10).

O processo inflamatório causado pelo glúten em pessoas suscetíveis a DC pode levar a alterações no epitélio intestinal, causando atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas, em decorrência da resposta imune mediada por linfócitos T (11). Em consequência a isso, celíacos apresentam má absorção intestinal, o que acarreta sintomas gastrointestinais variados, sendo os mais comuns a diarreia, distensão abdominal e gases. Contudo, a doença pode apresentar casos em que não há sintomas ou, ainda, estes são extra intestinais, como fadiga e osteoporose, entre outras doenças relacionadas (12).

O diagnóstico da DC é feito por meio de testes sorológicos e biópsia duodenal, sendo esta última padrão ouro para determinação da doença, devendo ser realizada preferencialmente quando o paciente está em uma dieta com glúten. Os testes sorológicos possuem caráter complementar e analisam a presença de anticorpos anti-endomíso, anti-transglutaminase tecidual e anti-gliadina (10).

O tratamento da DC consiste na exclusão completa e definitiva de alimentos com glúten, sendo essa a única terapia disponível para celíacos. Uma vez realizada, a dieta sem glúten permite uma melhora dos sintomas clínicos e, em alguns casos, a possível remissão dos danos causados à mucosa do intestino (13). O não tratamento ou ainda o retardo no diagnóstico da DC está associado à diminuição da qualidade de vida do paciente e aumento do uso de medicamentos e serviços de saúde (14). Além disso, a DC está associada a um risco maior de desenvolvimento de câncer de esôfago e de intestino delgado (15).

Ainda neste sentido, pesquisas mostram que a dieta de celíacos apresenta uma ingestão inadequada de micronutrientes e fibras, assim como um consumo excessivo de gorduras e carboidratos (16). Esses desequilíbrios nutricionais podem estar relacionados com a própria condição de saúde dos pacientes, como também com as escolhas alimentares inadequadas e deficiências nutricionais de produtos sem glúten comercializados (3).

### **Consumo de produtos sem glúten por pessoas sem DC e DRG**

Nos últimos anos houve um crescimento da popularidade e conseqüente aumento do consumo de produtos sem glúten pela população em geral, em razão à associação da dieta sem glúten a um estilo de vida saudável (17). Com isso, indivíduos sem diagnóstico de alguma das DRG acabaram adotando uma dieta sem glúten mesmo sem possuírem



indicação médica para tal. Uma pesquisa que objetivava compreender o crescimento do mercado de produtos sem glúten no Canadá e Estados Unidos, estimou que 10 milhões de canadenses consumiam produtos sem glúten, contudo apenas 7% deles o faziam por motivos médicos, onde somente 1% era em razão da DC. Algumas das motivações citadas para o consumo de produtos sem glúten eram: saúde digestiva, valor nutricional, perda de peso, pele mais saudável ou ainda em função de algum familiar não consumir glúten (6).

Além da crença de que a dieta sem glúten é benéfica à saúde, há ainda aqueles indivíduos que aderem em função da necessidade de algum familiar manter uma dieta sem glúten, e neste caso, o indivíduo acaba aderindo à dieta com intuito de apoiar o tratamento, mas também para diminuir o risco de contaminação cruzada (7). Entretanto, não existe estudo que consiga comprovar a relação do glúten com emagrecimento, ou ainda que a exclusão dele possa ajudar na saúde dos indivíduos sem algum dos DRG.

## **Glúten**

O glúten é um composto formado principalmente por duas proteínas do grupo das prolaminas, a gliadina e a glutenina e corresponde de 85 a 90% de toda a proteína presente no trigo, variando conforme a variedade do grão, pois pode ser encontrado também em grãos como o centeio e a cevada. O glúten é responsável por conferir textura, sabor e tem papel importante na retenção de umidade em produtos de panificação. O glúten é utilizado em inúmeras preparações como emulsificante e espessante, como é o caso de temperos, sorvetes e manteigas, além de ser utilizado no revestimento de alguns medicamentos (18).

O glúten está associado a outras patologias que juntas são chamadas de DRG, como a Dermatite Herpetiforme, Ataxia ao Glúten, Alergia ao Glúten e a Sensibilidade ao Glúten Não Celíaca (SGNC). Cada um desses distúrbios possui uma apresentação clínica e fisiopatológica própria, onde variam de caráter autoimune, como no caso da DC, da Ataxia ao Glúten e da Dermatite Herpetiforme e caráter alérgico, como é o caso da Alergia ao Glúten, ou ainda caráter não autoimune e não alérgico, como a SGNC (19).

No Brasil, desde 2003 vigora a Lei nº 10.674 que obriga todos os alimentos industrializados a informarem em suas embalagens sobre a ausência ou presença do glúten em sua composição a fim de contribuir com os portadores de DC. Estes produtos devem conter no rótulo as expressões “contém glúten” ou “não contém glúten” (20).

Contudo, a Lei nº 10.674 não prevê nenhuma medida em relação à contaminação cruzada dos alimentos sem glúten. Para tal utiliza-se a resolução nº 26 de 2015 da Agência



Nacional de Vigilância Sanitária, que define os requisitos obrigatórios para rotulagem quando houver a possibilidade de contaminação cruzada por algum tipo de alérgeno. Quando não for possível garantir a não ocorrência de tal, o rótulo deve apresentar uma declaração de quais ingredientes alergênicos podem estar presentes naquele alimento (21).

Contaminação cruzada é quando ocorre a adição de forma não intencional de um ou mais alérgenos alimentares durante alguma fase do processo de fabricação de um alimento (21). Essa contaminação pode ocorrer no armazenamento, na moagem dos grãos ou até mesmo em utensílios mal higienizados e ainda em função da realização incorreta de procedimentos necessários durante a produção. No que diz respeito a pacientes com DC e DRG, a contaminação cruzada pode levar a uma ingestão involuntária do glúten, desencadeando sintomas e comprometendo o tratamento da doença (22).

### **Qualidade nutricional dos produtos sem glúten**

Vários estudos demonstraram um desequilíbrio na qualidade nutricional de produtos sem glúten. Pesquisas realizadas no Reino Unido e Canadá mostraram que alimentos sem glúten apresentaram maiores teores de gordura (23, 24, 25). Enquanto o estudo realizado na Espanha com 495 produtos com e sem glúten, mostrou que pães sem glúten podem chegar a apresentar o dobro de gordura, principalmente de gordura saturada, quando comparados a alimentos com glúten (26).

Na Itália o estudo que avaliou a composição nutricional de 60 produtos sem glúten mostrou que a maioria dos alimentos possuíam altos teores de carboidratos e sódio (27), corroborando com resultados encontrados no estudo da Noruega que comparou 423 produtos sem glúten com 337 produtos com glúten comercializados no país (28).

Paralelamente, produtos sem glúten também apresentavam deficiências de alguns macronutrientes e micronutrientes. A maioria dos estudos analisados demonstrou uma tendência de teores de proteína significativamente mais baixos em produtos sem glúten quando comparados aos similares com glúten, podendo apresentar até 69% menos proteína (29, 30, 31, 32, 33). Além disso, teores baixos de alguns micronutrientes, como ferro e ácido fólico também foram constatados (25).

Em estudos realizados no Brasil, em Santa Catarina e Bahia, os produtos sem glúten demonstraram menores teores de fibras (34, 35), respectivamente, corroborando com estudos no Reino Unido, Espanha e Noruega (24, 26, 28). Também no Brasil, um



outro estudo que avaliou o índice glicêmico de 12 pães sem glúten comercializados no sul do país, mostrou que 75% das amostras possuíam alto índice glicêmico devido a utilização de amidos predominantemente refinados na formulação dos pães (7).

A menor quantidade de proteína encontrada em produtos sem glúten é dada possivelmente em razão da substituição de produtos derivados do trigo por amidos e farinhas de arroz, milho e batata, que são ingredientes caracterizados por possuírem menores teores de proteína e maiores de carboidratos quando comparados a ingredientes comumente utilizados com glúten. (7). Além disso, ainda não foi encontrado nenhum substituto do glúten que consiga replicar equitativamente suas características de elasticidade e textura, principalmente em produtos de panificação. Com isso, são utilizados aditivos como hidrocolóides, emulsificantes e estabilizantes em produtos sem glúten a fim de melhorar a palatabilidade desses produtos (36). Essa incorporação de aditivos na composição de produtos sem glúten pode fazer com que alimentos em suas versões com glúten, anteriormente considerados minimamente processados e processados, passem a ser enquadrados na categoria de alimentos ultraprocessados.

### **Custo de produtos sem glúten**

As pesquisas analisadas nessa revisão, também evidenciaram um outro obstáculo encontrado no consumo de alimentos sem glúten, que é o alto valor cobrado por esses produtos. No Brasil, um estudo recente que comparou 81 produtos sem glúten e 80 com glúten vendidos no e-commerce nacional, identificou que alimentos sem glúten podem chegar a custar 110% mais caros nas categorias “biscoitos e bolos” e 109% na categoria “pães e produtos de panificação” que seus equivalentes com glúten (35).

Esses dados corroboram com resultados encontrados em outras partes do mundo. No Chile, produtos que compõem a cesta básica sem glúten apresentaram preços três vezes maiores que seus regulares com glúten (33). No Reino Unido e Áustria, produtos sem glúten apresentaram preços significativamente maiores em todas as categorias analisadas, podendo chegar a 314% e 267% mais caros respectivamente, na categoria “pães e produtos de panificação” (23, 31). Já na Noruega, o preço de farinhas sem glúten obteve uma diferença de 443% e 421% para a categoria “misturas de farinhas”, quando comparadas a seus homólogos com glúten (28).





O alto valor dos produtos sem glúten pode estar associado a questões da própria produção desses alimentos. Um desses fatores é a utilização de cereais, como milho e arroz, que quando comparados ao trigo, possuem um valor monetário maior. Além disso, para garantir as exigências da legislação, é necessário que esses alimentos passem por testes de presença de glúten, o que pode levar ao encarecimento da produção (29).

Mesmo que o mercado de produtos sem glúten vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, esses alimentos ainda possuem um poder de vendas menor e conseqüentemente o tamanho da produção desses produtos é em menor escala (28). Ademais, também deve ser considerada a necessidade do desenvolvimento de diferentes técnicas e processos para a elaboração desses produtos, a fim de garantir propriedades tecnológicas e organolépticas que estão associadas ao glúten, como cor, sabor e textura e, conseqüentemente, a aceitabilidade do público consumidor (24).

Devido ao elevado custo dos produtos sem glúten, alguns países possuem estratégias de apoio aos celíacos, a fim de facilitar o acesso a esses produtos, através de subsídios mensais, sistemas de prescrição de alimentos ou ainda por meio da redução de impostos sobre esses produtos. Na Grécia é fornecido mensalmente um subsídio equivalente a 100 euros para adultos e 120 euros para menores de 18 anos para compra de produtos sem glúten. A Itália também possui uma estratégia semelhante, onde fornece mensalmente um voucher de 140 euros para celíacos. Países como Nova Zelândia e Reino Unido possuem os sistemas de prescrição, onde pacientes recebem descontos de alimentos sem glúten que fazem parte da sua prescrição dietética (37). Já países como Canadá e Irlanda possuem um sistema de deduções fiscais, onde o celíaco pode solicitar a devolução dos custos extras com produtos sem glúten (38). No entanto, no Brasil não existe nenhuma política de assistência a esses pacientes.

A qualidade nutricional e o preço dos produtos sem glúten possuem um impacto significativo na adesão e manutenção da dieta e tratamento da DC (37). Com isso, melhorar a qualidade nutricional de produtos sem glúten implicaria em uma melhora na qualidade de vida e na saúde a longo prazo desses pacientes (24), melhorando o prognóstico. Além disso, possuir informações corretas quanto a qualidade nutricional desses alimentos, irá permitir que melhores escolhas alimentares sejam feitas. No âmbito da indústria alimentícia, esse conhecimento ajudará na formulação de melhores produtos para esse público, tendo em vista também as possíveis deficiências nutricionais decorrentes da doença. A melhor acessibilidade aos produtos sem glúten devido a um custo menor,



ampliaria o acesso daqueles pacientes que possuem uma menor condição econômica, possibilitando um tratamento adequado da DC, prevenindo complicações da DC e desenvolvimento de outras doenças autoimunes, assim como doenças crônicas não transmissíveis.

## **Conclusão**

Produtos sem glúten industrializados, quando equiparados a produtos similares com glúten, apresentaram composição nutricional desequilibrada, com altas quantidades de carboidratos, gorduras e sódio e baixos teores de fibras e proteínas. Além disso, algumas categorias de produtos sem glúten ofereciam baixas quantidades de micronutrientes, como ferro e ácido fólico. O custo dos produtos sem glúten chegava a ultrapassar quatro vezes o valor de um produto similar com glúten. A baixa qualidade nutricional e o alto custo desses produtos compreendem questões que dizem respeito a adesão e o acesso à dieta sem glúten pelos pacientes e, conseqüentemente, interferem no prognóstico e na qualidade de vida dessas pessoas. Em razão disto, se faz necessária uma maior compreensão destas questões, além de políticas públicas que incentivem a produção de produtos sem glúten nutricionalmente melhores e garantam aos portadores de DC e DRG assistência e acesso à alimentação nutricionalmente adequada, de qualidade e acessível financeiramente.

## **Referências Bibliográficas**

1. STAUDACHER, H. M.; GIBSON, P. R. How Healthy is a Gluten-free Diet? **British Journal of Nutrition**. Cambridge University Press, v. 114, p. 1539–1541,5 out. 2015.
2. CATASSI, C.; GATTI, S.; FASANO, A. The new epidemiology of celiac disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 59, 2014.
3. SHEPHERD, S. J.; GIBSON, P. R. Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 26, n. 4, p. 349–358, 2013.
4. PENAGINI, F. et al. Gluten-free diet in children: An approach to a nutritionally adequate and balanced diet. **Nutrients**, v. 5, n. 11, p. 4553–4565, 2013.
5. RODRIGUES, M.; YONAMINEZ, G. H.; SATIRO, C. A. Rate and determinants of non-adherence to a gluten-free diet and nutritional status assessment in children and adolescents with celiac disease in a tertiary Brazilian referral center: A cross-sectional and retrospective study. **BMC Gastroenterology**, v. 18, n. 1, 2018.
6. AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA. “Gluten-free” Claims in the Marketplace. **Government of Canada**, Canadá, p. 1–8, 2014.



7. ROMÃO, B. et al. Chemical composition and glycemic index of gluten-free bread commercialized in Brazil. **Nutrients**, v. 12, n. 8, p. 1–12, 2020.
8. HILL, I. D. et al. NASPGHAN Clinical Report on the Diagnosis and Treatment of Gluten-related Disorders. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 156–165, 2016.
9. LINDFORS, K. et al. Coeliac disease. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 5, n. 1, 2019.
10. LUDVIGSSON, J. F. et al. Diagnosis and management of adult coeliac disease: Guidelines from the British society of gastroenterology. **Gut**, v. 63, n. 8, p. 1210–1228, 2014.
11. ABADIE, V. et al. Integration of genetic and immunological insights into a model of celiac disease pathogenesis. **Annual Review of Immunology**, v. 29, p. 493–525, 2011.
12. LUDVIGSSON, J. F. et al. The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. **Gut**, v. 62, n. 1, p. 43–52, 2013.
13. ZANINI, B. et al. Persistent intraepithelial lymphocytosis in celiac patients adhering to gluten-free diet is not abolished despite a gluten contamination elimination diet. **Nutrients**, v. 8, n. 9, 2016.
14. FUCHS, V. et al. Delayed celiac disease diagnosis predisposes to reduced quality of life and incremental use of health care services and medicines: A prospective nationwide study. **United European Gastroenterology Journal**, v. 6, n. 4, p. 567–575, 2018.
15. HAN, Y. et al. Association between coeliac disease and risk of any malignancy and gastrointestinal malignancy: A meta-analysis. **Medicine**, Estados Unidos, v.94, n.38, 2015.
16. NEWBERRY, C. et al. Going Gluten Free: the History and Nutritional Implications of Today's Most Popular Diet. **Current Gastroenterology Reports**, v. 19, n. 11, 2017.
17. KIM, H. S. et al. Time trends in the prevalence of celiac disease and gluten-free diet in the US population: Results from the national health and nutrition examination surveys 2009-2014. **JAMA Internal Medicine**, v. 176, n. 11, p. 1716–1717, 2016.
18. BIESIEKIERSKI, J. R. What is gluten? **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, Austrália, v. 32, p. 78–81, 2017.
19. SAPONE, A. et al. Spectrum of gluten-related disorders: Consensus on new nomenclature and classification. **BMC Medicine**, v. 10, 2012.
20. BRASIL, Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. **Ministério da Saúde**. Brasília, 2003.
21. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 26, de 2 de julho de 2015. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2015.
22. FARAGE, P. et al. Gluten contamination in gluten-free bakery products: A risk for coeliac disease patients. **Public Health Nutrition**, v. 20, n. 3, p. 413–416, 2017.
23. ALLEN, B.; ORFILA, C. The availability and nutritional adequacy of gluten-free bread and pasta. **Nutrients**, v. 10, n. 10, 2018.



24. FRY, L.; MADDEN, A. M.; FALLAIZE, R. An investigation into the nutritional composition and cost of gluten-free versus regular food products in the UK. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, Reino Unido, v. 31, n. 1, p. 108–120, 2018.
25. JAMIESON, J. A.; WEIR, M.; GOUGEON, L. Canadian packaged gluten-free foods are less nutritious than their regular gluten-containing counterparts. **PeerJ**, Canadá, v. 2018, n. 11, 2018.
26. MIRANDA, J. et al. Nutritional Differences Between a Gluten-free Diet and a Diet Containing Equivalent Products with Gluten. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 69, n. 2, p. 182–187, 2014.
27. MAZZEO, T. et al. The development of a composition database of gluten-free products. **Public Health Nutrition**, v. 18, n. 8, p. 1353–1357, 2015.
28. MYHRSTAD, M. C. W. et al. Nutritional quality and costs of gluten-free products: A case-control study of food products on the norwegian marked. **Food and Nutrition Research**, v. 65, 2021.
29. BABIO, N. et al. A comparison of the nutritional profile and price of gluten-free products and their gluten-containing counterparts available in the spanish market. **Nutricion Hospitalaria**, Espanha, v. 37, n. 4, p. 814–822, 2020.
30. GUENNOUNI, M. et al. Nutritional quality of gluten-free products in Moroccan supermarkets and e-commerce platforms. **Cereal Chemistry**, v.97, n.5, p.912–920, 2020b.
31. MISSBACH, B. et al. Gluten-free food database: The nutritional quality and cost of packaged gluten-free foods. **PeerJ**, v. 2015, n. 10, 2015.
32. WU, J. H. Y. et al. Are Gluten-free Foods Healthier than Non-gluten-free Foods? An Evaluation of Supermarket Products in Australia. **British Journal of Nutrition**, v. 114, n. 3, p. 448–454, 2015.
33. ESTÉVEZ, V. et al. The gluten-free basic food basket: A problem of availability, cost and nutritional composition. **European Journal of Clinical Nutrition**, Chile, v. 70, n. 10, p. 1215–1217, 2016.
34. DO NASCIMENTO, A. B. et al. Availability, cost and nutritional composition of gluten-free products. **British Food Journal**, v. 116, n. 12, p. 1842–1852, 2014.
35. SILVA, L. A. et al. Nutritional quality and price of regular food versus gluten-free on E-commerce platforms. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, 2021.
36. CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Novel approaches in gluten-free breadmaking: Interface between food science, **nutrition, and health**. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 5, p. 871–890, 2014.
37. GUENNOUNI, M. et al. Availability and cost of gluten-free products in Moroccan supermarkets and e-commerce platforms. **British Food Journal**, p. 1–9, 2020a.
38. PANAGIOTOU, S.; KONTOGIANNI, M. D. The economic burden of gluten-free products and gluten-free diet: a cost estimation analysis in Greece. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 30, n. 6, p. 746–752, 2017.





## **Subprodutos agroindustriais: aspectos nutricionais, propriedades funcionais e desenvolvimento de novos produtos**

**Heloisa de Fátima Mendes Justino\*<sup>1</sup>; Jeferson Silva Cunha<sup>2</sup>; Ana Flávia Coelho Pacheco<sup>3</sup>; Flaviana Coelho Pacheco<sup>4</sup>; Isabela Soares Magalhães<sup>5</sup>; Gabriela Zinato Pereira<sup>6</sup>; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior<sup>7</sup>**

**Resumo:** O agronegócio produz diariamente grandes quantidades de subprodutos provenientes do processamento de leite, carne, cerveja, vinho, cana-de-açúcar, café, hortaliças e frutas, entre outros. Os subprodutos alimentares incluem cascas, sementes, caules, raízes, bagaço, resíduo de polpa e soro de leite. A quantidade produzida e a falta de uma gestão sustentável têm levado muitas empresas a rejeitar esses subprodutos, enviando-os para aterros e descartando de forma incorreta. A utilização dos subprodutos em diferentes matrizes alimentares tem se mostrado uma boa escolha, pois são ricos em vitaminas, minerais, lipídios e principalmente fibras. Além de compostos biologicamente ativos com importantes atividades biológicas, como propriedades antioxidantes e antimicrobianas, esses subprodutos também contêm grandes quantidades de macronutrientes. Por isso, pesquisadores vêm investigando como utilizá-los como ingredientes em diferentes formulações, aumentando assim o valor nutricional dos alimentos e agregando valor para algo que seria descartado. Embora o processamento seja visto como um custo operacional para muitas empresas, a maioria tem investido na capacidade de processar esses subprodutos para produzir novas formulações que, além de evitar cobranças errôneas e reduzir potenciais fontes de poluição ambiental, muitas vezes levam a uma maior renda. Diante disso, essa revisão destaca os aspectos nutricionais, as propriedades funcionais e o desenvolvimento de novos produtos utilizando subprodutos oriundos de agroindústrias.

**Palavras-chave:** Economia circular. Inovação. Resíduos agroindustriais. Sustentabilidade.

### **Introdução**

As agroindústrias geram grande quantidade de subprodutos diariamente, sendo estes provenientes do processamento de leite, carne, cerveja, vinho, cana-de-açúcar, café, hortaliças e frutas, entre outros. Os subprodutos alimentares englobam cascas, sementes, caules, raízes, bagaço, restos de polpa e soro. A quantidade gerada e a ausência de gestão sustentável, faz com que muitas empresas destinem os subprodutos para aterros sanitários.

---

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Discente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

<sup>7</sup>Docente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

E-mail para a correspondência: heloisa.justino@ufv.br





Esses subprodutos possuem valores consideráveis de macronutrientes, além de compostos bioativos com importantes atividades biológicas. Com isso, pesquisadores vêm estudando formas de incrementá-los como ingredientes em diferentes matrizes alimentícias, agregando valor nutricional ao alimento e valor econômico ao resíduo (1). Apesar do processamento ser visto como um custo operacional para as empresas, grande parte delas tem investido na capacidade de processar esses subprodutos para produzir novas formulações que, além de evitar cobranças incorretas e mitigar potenciais fontes de contaminação ambiental, muitas vezes podem representar uma receita significativa para essas empresas (2).

É fundamental instruir e educar as pessoas sobre as vantagens econômicas, nutricionais e ambientais da utilização dos subprodutos, que além de diversificar as opções de preparo dos alimentos, apoia o empreendedorismo e o desenvolvimento agroindustrial. Sendo assim, esta revisão objetiva fornecer uma visão geral a respeito dos aspectos nutricionais, propriedades funcionais e desenvolvimento de novos produtos utilizando subprodutos agroindustriais.

### **Aspectos nutricionais**

As sociedades afluentes enfrentam muitos desafios que envolvem a relação entre as pessoas e os alimentos, de um lado é crescente os indicadores da desnutrição humana, do outro, é verificado uma grande quantidade de alimentos desperdiçados. Esses problemas são em parte atribuíveis ao funcionamento de uma economia de mercado, na qual as empresas desenvolvem produtos que atendem às necessidades momentâneas de consumidores individuais. Para resolver problemas sociais, é preciso desenvolver diferentes abordagens que se alinhem aos objetivos de longo prazo das pessoas e tragam benefícios às comunidades, ao meio ambiente e à sociedade (3).

O desperdício de alimentos impacta negativamente nas três dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômica e social. No âmbito ambiental e econômico representa desperdício de recursos naturais e aumento de custos, já no social representa uma questão moral, pois cerca de 800 milhões de pessoas passam fome no mundo (4).

Cerca de um terço de todas as frutas e verduras produzidas no mundo são perdidas durante a pós-colheita e não chegam à mesa do consumidor (5). Devido ao seu baixo custo e fácil disponibilidade, os subprodutos são capazes de oferecer suplementos nutricionais de



baixo custo. Na maioria das vezes, cascas, caroços e sementes são descartados, sendo que podem vir a ser utilizados como matéria-prima. A elaboração de produtos com esses subprodutos além de diminuir o impacto ambiental e agregar valor, é uma opção de fonte nutricional para um grupo populacional, levando em consideração que parte da população no Brasil sofre por necessidades nutricionais (6).

Os subprodutos agroindustriais apresentam excelente composição nutricional, muitas das vezes superior às partes comestíveis. A sua utilização em diferentes matrizes alimentares mostra-se como uma excelente opção, visto que muitos dos subprodutos são ricos principalmente em vitaminas, minerais, lipídios e principalmente fibras (7). Esses subprodutos têm sido investigados devido a sua grande quantidade de macro e micronutrientes que podem ser utilizados na alimentação humana (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição centesimal de alguns subprodutos oriundos do processamento de alimentos.

Subproduto	Carboidratos (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Autores
Soro do leite para <i>Whey Protein</i>	11,94	0,94	1,74	(8)
Caroço de abacate	32,01	1,35	2,79	(9)
Casca de abacaxi	23,47	0	1,74	(9)
Casca de banana	14,93	1,16	3,50	(9)
Farinha de resíduo de acerola	79,07	3,40	1,76	(10)
Farinha da semente de tamarindo	55,52	2,52	1,86	(11)
Farinha da Casca do Maracujá	71,00	9,08	6,97	(12)
Bagaço de malte	18,8	1,79	0,80	(13)
Casca de jabuticaba	6,27	0,81	0,79	(14)
Farinha albedo da laranja	0,3	0,7	3,0	(15)
Farinha bagaço da laranja	23,7	0,9	2,4	(15)
Farinha casca de laranja	17,0	1,2	3,8	(15)

### Propriedades funcionais

Nas últimas duas décadas, a indústria de alimentos vem buscando ingredientes alimentícios que, além de nutrir, proporcionem benefícios à saúde. Para acompanhar esta



tendência, vários subprodutos estão sendo investigados pelo seu potencial antioxidante, antibacteriano, anti-inflamatório e antiviral, principalmente nesse novo período pós-pandemia COVID-19 (16).

Os subprodutos são produtos secundários, porém, são ricos nutricionalmente, dos quais diferentes moléculas bioativas, como polifenóis, antocianinas, taninos, flavonoides e fibra alimentar podem ser obtidos e utilizados, seguindo a política de economia circular (17).

Campos et al. (18) identificaram as proteínas presentes no soro de leite de cabra e investigaram as atividades dessas proteínas no crescimento de microrganismos, proliferação celular e reações de oxidação. Os autores concluíram que essas proteínas podem inibir o crescimento de diferentes microrganismos, além de desempenhar uma ação antioxidante e um papel importante na inibição da proliferação de células malignas.

Caldeira et al. (19) analisaram o potencial antidiabético do extrato da casca de pequi (*Caryocar brasiliense*) e constataram que o extrato foi capaz de inibir a liberação de citocinas envolvidas na resistência à insulina. A fração acetato de etila inibiu a  $\alpha$ -glicosidase (*in vitro*), enzima envolvida na metabolização do amido e dissacarídeos em glicose. Além disso, os resultados revelaram ácidos fenólicos e taninos como constituintes, incluindo corilagina e geraniina, destacando o potencial das cascas do pequi para o desenvolvimento de alimentos funcionais para o controle do diabetes tipo 2.

Neglo et al. (20) investigaram os efeitos antioxidantes e antimicrobianos da casca, polpa e sementes de melancia (*Citrullus lanatus*), e sua respectiva composição fitoquímica. Os resultados revelaram que, dentre os subprodutos avaliados, a casca apresentou a maior atividade antioxidante e maior efeito antimicrobiano. Por outro lado, a polpa apresentou menor atividade antioxidante e antimicrobiana, bem como o menor teor de fenólicos.

### **Novos produtos elaborados a partir de subprodutos agroindustriais**

O aproveitamento de subprodutos agroindustriais como fonte de matéria-prima para elaboração de novos produtos vem chamando atenção dos pesquisadores e das indústrias produtoras. A utilização desses subprodutos torna-se um desafio para a indústria de alimentos, visto que, dependendo do produto a ser produzido, a adição do resíduo pode influenciar positivamente ou negativamente nas características tecno-funcionais e/ou sensoriais. Neste sentido, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos ao longo dos últimos



anos e a Tabela 2 exemplifica alguns desses produtos elaborados com a inserção de subprodutos.

Tabela 2 – Novos produtos elaborados com subprodutos gerados no processamento de alimentos

Produtos	Autores
Chocotone com substituição parcial da farinha de trigo por farinha elaborada com sementes de tamarindo	(11)
Bebidas fermentadas utilizando os coprodutos agroindustriais do processamento de polpas de frutas tropicais	(21)
Bebida láctea sabor de araçá-boi	(22)
Barra alimentícia com pasta de soro de leite e pedúnculo de caju, adicionada de semente de gergelim	(23)
Pão adicionado com farinha da casca de pitaya vermelha	(24)
Pasta de banana com aproveitamento integral da fruta	(25)
Pães com adição de farinha do bagaço de malte	(26)
Bebida Láctea com soro de queijo coalho saborizada com buriti e coentro	(27)
Bebida de maracujá com soro de leite	(28)
Pães com substituição parcial da farinha de trigo por albedo, bagaço e casca de laranja	(15)
Pão com farinha de casca de cajá-manga	(29)
Biscoitos enriquecidos com farinha de caroço de manga	(30)
Cookies com adição de farinha de casca de abacaxi	(31)
Biscoito com adição de farinha de casca de limão	(32)
Doce elaborado com albedo de maracujá amarelo	(33)
Biscoito sem glúten a partir de subprodutos do arroz	(34)

## Conclusão

A busca por soluções sustentáveis para utilização e valorização de subprodutos alimentares para reintegrá-los na cadeia industrial é um desafio no campo científico, mas estudos vêm sendo realizados nas últimas décadas e já comprovaram êxito na utilização, seja nas propriedades sensoriais, nutricionais e tecnológicas. Além disso, os subprodutos podem



ser empregados no desenvolvimento de novos produtos com potencial funcional, trazendo vantagem econômica e nutricional.

### **Referências Bibliográficas**

1. TRIGO, J. P. *et al.* High value-added compounds from fruit and vegetable by-products—Characterization, bioactivities, and application in the development of novel food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, n. 8, p. 1388-1416, 2020.
2. OLIVEIRA, M. C. F; PANDOLFI, M. A. C. Estudo Bibliográfico: aproveitamento integral na elaboração de subprodutos na indústria alimentícia. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 797-806, 2020.
3. SCHIFFERSTEIN, H. N. J. Changing food behaviors in a desirable direction. **Current Opinion in Food Science**, v. 33, p. 30-37, 2020.
4. COSTA, F. H. O. *et al.* Does resilience reduce food waste? Analysis of Brazilian supplier-retailer dyad. **Journal of Cleaner Production**, p. 130488, 2022.
5. SAGAR, N. A. *et al.* Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 3, p. 512-531, 2018.
6. ANTUNES, V. C; RAMOS, G. D. M; MAIA, M. N. S. Vantagens nutricionais da utilização de coprodutos agroindustriais na fabricação de biscoitos. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 7118-7127, 2022.
7. LIMA, A. R. N. *et al.* Caracterização físico-química e microbiológica de biscoitos confeccionados com farinha de resíduos de frutas. **Research, society and development**, v. 8, n. 11, p. 198111452, 2019.
8. ZANELATTO, J. S. **Avaliação bromatológica do soro do leite para formulação do whey protein**. 2021. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia Química, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2021.
9. DE OLIVEIRA, J. F. *et al.* Composição centesimal de subprodutos de frutas in natura e após o processo de secagem. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, 2021.





10. MAGALHÃES, M. P. D. *et al.* Obtenção da farinha do resíduo do processamento de acerola e avaliação de compostos bioativos e nutritivos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021.
11. PESSOA, K. K. *et al.* Desenvolvimento de chocotone com substituição parcial da farinha de trigo por farinha elaborada com sementes de tamarindo (*Tamarindus Indica l.*). **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 9554-9572, 2022.
12. JINKINGS, L. M; GONÇALVES, I. S; DA SILVA, A. S. S. Elaboração da farinha de *Passiflora edulis Sims* (Maracujá amarelo) a partir do exocarpo e o estudo da composição centesimal. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 3, n. 2, p. 52-58, 2020.
13. KUIAVSKI, M. P. *et al.* Elaboração de pães com adição de farinha do bagaço de malte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53208-53221, 2020.
14. ALMEIDA, R. L. *et al.* Determinação de compostos bioativos e composição físico-química da farinha de casca de jabuticaba e por secagem convectiva filização. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, 2020.
15. RAPINA, L. F. V. **Caracterização de farinhas de albedo, bagaço e casca de laranja e sua aplicação em bolos de laranja**. 2017. 97 f. Tese (Doutorado) - Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2017.
16. GALANAKIS, C. M. The food systems in the era of the coronavirus (COVID-19) pandemic crisis. **Foods**, v. 9, n. 4, p. 523, 2020.
17. MARKHALI, F. S; TEIXEIRA, J. A.; ROCHA, C. M. R. Olive tree leaves—A source of valuable active compounds. **Processes**, v. 8, n. 9, p. 1177, 2020.
18. CAMPOS, M. I. F. *et al.* Artigo de revisão: Propriedades biológicas das proteínas e peptídeos do soro do leite caprino. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, 2022.
19. CALDEIRA, A. S. P. *et al.* Bioguided chemical characterization of pequi (*Caryocar brasiliense*) fruit peels towards an anti-diabetic activity. **Food Chemistry**, v. 345, p. 128734, 2021.



20. NEGLO, D. *et al.* Comparative antioxidant and antimicrobial activities of the peels, rind, pulp and seeds of watermelon (*Citrullus lanatus*) fruit. **Scientific African**, v. 11, 2021.
21. CÂMARA, G. B. **Desenvolvimento de bebidas fermentadas com coprodutos de frutas com potencial antioxidante**. 2022. 75 f. Dissertação (Mestrado)- Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
22. DE SOUZA, P. G. *et al.* Avaliação da qualidade físico-química de bebidas lácteas sabor de araçá-boi (*Eugenia stipitata*). **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 2, p. 59-64, 2022.
23. LIMA, S. K. R. *et al.* Formulação de barras alimentícias a base de coproduto do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L) e soro de leite. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e7010111213-e7010111213, 2021.
24. AMORIM, M. G. R. **Utilização da farinha da casca de pitaia vermelha em pães: uma alternativa de reaproveitamento agroindustrial**. 2021. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
25. MATTOS, I. V. *et al.* Elaboração e análise sensorial de pasta de banana com aproveitamento integral da fruta. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 2, n. 12, p. 1-10, 2022.
26. KUIAVSKI, M. P. *et al.* Elaboração de pães com adição de farinha do bagaço de malte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53208-53221, 2020.
27. NASCIMENTO, L. L. O. **Aproveitamento de soro de queijo coalho para desenvolvimento de bebida láctea saborizada com buriti e coentro**. 2019. 49 f. Dissertação (Mestrado) – Zootecnia Tropical, Universidade Federal do Piauí, Terezina, 2019.
28. DE SOUZA, T; MACHADO, T. O. X; MESQUITA, R. V. S. C. Aproveitamento do soro de leite na elaboração de uma bebida de maracujá com tecnologia de produção do néctar soro. **Revista Semiárido De Visu**, v. 6, n. 2, p. 84-93, 2018.
29. HEIDMANN, P. M; PATEL, V. **Farinha de casca de cajá-manga e elaboração de pão: avaliação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante**. 2016. 54 f. Trabalho de



Conclusão de Curso (Graduação) - Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2016.

30. SILVA, C. G. **Desenvolvimento de biscoitos enriquecidos com farinha de caroço de manga: incorporação de substâncias bioativas e aproveitamento de resíduos agroindustriais.** 2016. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Nutrição. Universidade Federal Fluminense Niterói, 2016.

31. ERKEL, A. *et al.* Utilização da farinha da casca de abacaxi em cookies: caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. **Revista Uniabeu**, v. 8, n. 19, p. 272-288, 2015.

32. DOS SANTOS, D. S. D; STORCK, C. R.; FOGAÇA, A. O. Biscoito com adição de farinha de casca de limão. **Disciplinarum Scientia| Saúde**, v. 15, n. 1, p. 123-135, 2014.

33. CARDOSO, J. R. *et al.* Avaliação da aceitação de doce elaborado com aproveitamento de albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 2, p. 123-8, 2013.

34. MOTA, B. O. **Elaboração de biscoito sem glúten a partir de subprodutos do arroz.** 2012. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Tecnologia de Alimentos. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2012.



# ULTRASSOM: TENDÊNCIAS E APLICAÇÕES NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Jéssyca Alves da Silva<sup>1</sup>; Felipe Gois Mota<sup>2\*</sup>; Patrícia Beltrão Lessa Constant<sup>3</sup>

**Resumo:** As técnicas de conservação de alimentos limitavam-se ao prolongamento da vida útil dos produtos alimentícios, entretanto, sem muita preocupação quanto à preservação de atributos sensoriais e nutricionais. Todavia, com o aumento da conscientização sobre nutrição e saúde alimentar entre os consumidores, estes tornaram-se mais seletivos, logo, desafiando os pesquisadores a criarem maneiras de desenvolver produtos de alta qualidade e seguros do ponto de vista microbiológico, sensorial e nutricional. Tecnologias inovadoras para melhorar e otimizar as técnicas de conservação existentes, tem surgido e contribuído significativamente para qualidade dos produtos. Entre elas, o ultrassom, considerado um método promissor devido à sua alta eficiência, baixos requisitos instrumentais em comparação com outras técnicas de processamento convencionais e seu desempenho economicamente viável. Este estudo tem o objetivo de destacar diferentes aplicações do uso do ultrassom na conservação de alimentos, através de uma revisão de literatura, como forma de contribuir para a valorização e aprimoramento desta tecnologia emergente. O ultrassom tem comprovada eficiência no congelamento; secagem; uso isolado ou combinado com outros métodos para inativação de microrganismos, esporos e enzimas; salmoura; e utilização para limpeza de superfícies de equipamentos e utensílios na indústria de alimentos. Sua utilização combinada com outras tecnologias provou trazer resultados ainda mais promissores.

**Palavras-chave:** Preservação de alimentos. Qualidade. Segurança microbiológica. Tecnologias Emergentes.

## Introdução

Tecnologias inovadoras para melhorar e otimizar as técnicas de conservação existentes, tem surgido e contribuído significativamente para qualidade dos produtos (1). Entre as tecnologias emergentes, o ultrassom é considerado um método promissor devido à

---

<sup>1</sup>Pós graduanda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe.

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe.

E-mail para a correspondência: felipegoismota15@gmail.com

<sup>3</sup>Doutora em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe.



sua alta eficiência, baixos requisitos instrumentais em comparação com outras técnicas de processamento convencionais e seu desempenho economicamente viável.

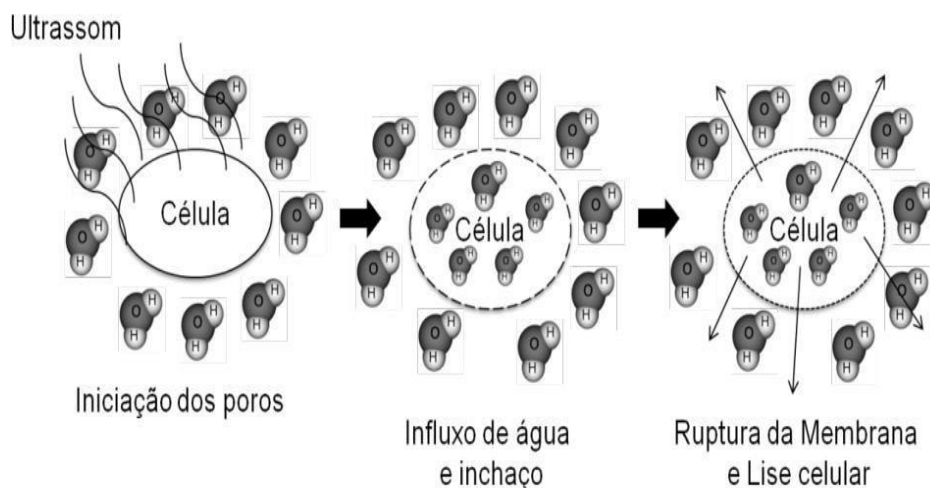
Embora sua aplicação no processamento de alimentos seja relativamente recente, ficou provado que ondas ultrassônicas de alta intensidade podem romper células e desnaturar enzimas, e que mesmo o ultrassom de baixa intensidade é capaz de modificar o metabolismo das células (2). Além disso, seu uso tem sido reconhecido pelas alterações mínimas nos atributos sensoriais e nutricionais do alimento, obtendo um produto final de bastante qualidade. O ultrassom é apontado como uma tecnologia promissora para o processamento de alimentos, especialmente quando combinado com outras tecnologias térmicas ou não térmicas (3). A aplicação do ultrassom na indústria de alimentos se dá por duas razões: substituir as tecnologias de processamento convencionais e auxiliar os processos alimentares tradicionais (4).

O som é uma oscilação da matéria que se propaga na forma de uma onda mecânica (5). A frequência das ondas mecânicas varia de menos de 16 Hz a acima de 1 GHz e permite dividir “sons” em quatro grupos: infrassom (1 a 16 Hz), acústico (sons audíveis, 16 a 20 kHz), ultrassons (20 kHz - 1 GHz) e hiper sons (acima de 1 GHz). O ultrassom tornou-se uma ferramenta eficaz para aplicações comerciais em larga escala por aproximadamente uma década, mas apenas recentemente o design do equipamento foi otimizado e o desempenho dos sistemas de fluxo contínuo melhorado. Este método reduz substancialmente as cargas microbianas porque a cavitação acústica (Figura 1), que consiste na formação, crescimento e implosão de bolhas em pontos localizados, que interrompe as paredes celulares, resultando na destruição de células vivas e, assim, contribui para a preservação dos alimentos (5).

Diante dos efeitos promissores da conservação por meio deste método, este estudo tem o objetivo de destacar diferentes aplicações do uso do ultrassom na conservação de alimentos, através de uma revisão de literatura, como forma de contribuir para a valorização e aprimoramento desta tecnologia emergente.

Figura 1 - Representação do mecanismo da cavitação acústica nos microrganismos.





Fonte: VERRUCK e PRUDENCIO (2018).

## Congelamento

O congelamento convencional possui alguns inconvenientes, como o desenvolvimento de cristais não uniformes (a cristalização é uma das etapas que determinam a eficácia do processo de congelamento e qualidade do alimento congelado), a destruição da estrutura dos alimentos e a perda da qualidade sensorial (5). Através do uso do ultrassom, o resfriamento convencional proporciona uma cristalização muito mais rápida e uniforme, o que leva a um tempo mais curto de permanência no congelador. Ambos os processos de congelamento e de cristalização envolvem uma nucleação inicial seguida de cristalização. O uso das ondas realça tanto a taxa de nucleação quanto a taxa de crescimento de cristal em um meio saturado ou super-resfriado, produzindo um grande número de locais de nucleação no meio durante a exposição ultrassônica (6).

Vários aspectos da aplicação do ultrassom de potência em alimentos foram relatados, que incluem o início de nucleação, controle do tamanho de cristais de gelo aceleração da taxa de congelamento e melhoria da qualidade dos alimentos congelados. A Nucleação é definida como a formação de novo cristal e é um fator chave na otimização do processo de congelamento e na melhor qualidade em alimentos congelados (7). Entre os efeitos que tornam o ultrassom um processo eficiente neste contexto, a cavitação é o mais importante, o que pode levar não apenas à produção de bolhas, que pode atuar no núcleo do gelo e aumentar a taxa de nucleação, como também à ocorrência de microstreaming, capaz de melhorar a transferência de calor e massa durante o processo de congelamento. Além disso, grandes cristais de gelo se quebram em cristais de menor tamanho quando submetidos ao



processo acústico. Como resultado desses efeitos acústicos, o ultrassom de potência provou ser uma ferramenta eficaz para iniciar a nucleação dos cristais de gelo, controlar o tamanho e a forma dos cristais, acelerar o congelamento e melhorar a qualidade dos alimentos congelados.

## **Secagem**

Para melhorar a qualidade do produto seco, o pré-tratamento é um processo frequentemente empregado antes da secagem. Outro aspecto que deve ser considerado, é que muitas vezes, quando as frutas frescas são cortadas, ocorre o escurecimento enzimático por peróxidos e outras enzimas oxidativas. Os pré-tratamentos podem ser realizados para controlar o escurecimento enzimático para melhorar e atingir a cor desejável dos produtos secos finais. Desse modo, o uso de ultrassom em frutas antes da secagem tem sido bastante empregado e mostrou-se promissor ao reduzir bastante o tempo total de processamento. Sua capacidade de ser realizada à temperatura ambiente está associada à retenção de aspectos de qualidade de frutos secos, principalmente. Isso pode ser conseguido inibindo a atividade enzimática ou destruindo enzimas e microrganismos, bem como modificando a estrutura do material a ser seco, de modo que a difusividade efetiva da água aumente (8).

A intensidade dos efeitos do ultrassom no ar durante a secagem demonstrou ser amplamente dependente das variáveis do processo, como velocidade do ar, temperatura do ar, potência do ultrassom e propriedades do material (por exemplo, porosidade e dureza). A aplicação do ultrassom aumenta a taxa de secagem, o que obviamente resulta em uma redução do tempo total do processo, levando à economia no consumo de energia. Além disso, houve melhora dos parâmetros de qualidade do produto seco com o processo de secagem por convecção assistida por ultrassom em comparação com aqueles secos com o processo de secagem por convecção (9).

O efeito da secagem por ultrassom na cinética e qualidade em fatias de maçãs mostrou-se melhorar significativamente o processo convencional de secagem em termos de redução do tempo do processo, sem comprometer os atributos de qualidade dos produtos, aumentando a taxa de secagem atribuído a efeitos como os indiretos (formação de micro canais por cavitação acústica) e os efeitos diretos (fluxo inercial e efeito esponja) (10). Efeitos positivos finais na cinética de secagem dependem principalmente do modo de aplicação das ondas; da potência acústica / intensidade; da técnica de secagem; das condições



de secagem (temperatura, velocidade e umidade relativa do agente secante); e do tipo de material (estrutura, textura, etc.) (11). A seleção adequada da técnica e dos parâmetros do processo permite aumentar significativamente a taxa de secagem, o que resulta em uma diminuição considerável do tempo total gasto. Consequentemente, a eficiência energética do processo pode ser melhorada, levando a um menor consumo de energia. A maioria dos parâmetros de qualidade aqui considerados não foram afetados pelas ondas acústicas e ainda apresentou alterações positivas (cor, conteúdo de antioxidantes, dureza). Um efeito muito positivo da utilização do ultrassom foi a inativação de enzimas e microrganismos patogênicos o que possibilita um aumento na estabilidade e segurança do produto devido à desaceleração dos processos de decomposição.

### **Inativação de microrganismos, esporos e enzimas**

Esta tecnologia, sozinha ou em combinação com calor e / ou pressão, pode alcançar a inativação enzimática desejada, reduzindo a resistência térmica. A conservação por ultrassom melhora as reações enzimáticas em baixos níveis de energia, por exemplo,  $\alpha$ -amilase, invertase e amiloglucosidase para hidrólise de amido, sacarose e glicogênio, respectivamente e inativação de enzimas de deterioração, como a polifenoloxidase (PPO) e a pectinametilesterase (PME) em níveis mais altos de energia. A PPO é uma enzima contendo cobre que causa o escurecimento enzimático em produtos de frutas e vegetais frescos, como sucos. A PME, uma enzima encontrada nas plantas, que hidrolisa a pectina, resultando em menor estabilidade da nuvem e viscosidade reduzida devido à degradação da cadeia da pectina. Isso é geralmente atribuído ao afinamento das membranas da parede celular, formação de pontos ativos localizados e produção de radicais livres no meio. Também é afirmado que o uso do ultrassom produz forças mecânicas que resultam na quebra e cisalhamento das paredes celulares dos microrganismos. O ultrassom de alta intensidade e baixa frequência (20–100 kHz) é mais citado como sendo capaz de gerar cavitação acústica suficiente para ser benéfico (12). O tratamento ultrassônico de alta intensidade combinado com um tratamento térmico moderado chamado termossonicação foi utilizado com o objetivo de desenvolver uma bebida à base de frutas em produtos severamente danificados pelo calor: manga, jaca e leite de arroz. Frutas tropicais como estas provaram ser boas fontes de vitamina C e B, como compostos fenólicos, carotenóides e outros compostos bioativos, sendo necessário métodos de conservação que priorizem a manutenção



destes aspectos. A tecnologia combinada foi adequada para preservar e melhorar as propriedades de segurança e qualidade do smoothie (1).

### **Salmoura**

Temos também a utilização do método para a salmoura (processo de transferência de massa bidirecional, onde à medida que a água migra do alimento para a salmoura temos do soluto da salmoura para o alimento), sendo verificado que o conteúdo de água e NaCl das amostras após o tratamento foi maior nas amostras sonicadas do que nas não sonicadas. Além disso, o ultrassom reduz o tempo de salga, a formação de uma crosta e a coloração indesejada da carne crua (2).

### **Limpeza de superfícies**

O ultrassom ainda pode ser aplicado na limpeza de superfícies de equipamentos e utensílios de uso industrial. As ondas de alta potência são capazes de inativar células bacterianas e desagregar aglomerados bacterianos (13). Por exemplo, a aplicação de um campo de ultrassom na limpeza química da membrana tubular de cerâmica contaminada com proteínas do soro de leite, essas membranas contaminadas com proteínas do soro ou do leite são limpas não apenas para restaurar o fluxo da membrana, mas também para satisfazer os padrões de higiene, o que requer um consumo substancial de produtos químicos e muito tempo. Além disso, os fornecedores de membranas recomendam procedimentos de limpeza que podem não ser ideais para aplicações específicas. A principal hipótese de que a limpeza química da membrana cerâmica de 200 mm contaminada com proteínas do soro de leite deve ser mais eficiente quando realizada utilizando ultrassom foi comprovadamente correta. A outra hipótese, afirmando que o uso de ultrassom pode ser aplicado sem consumo de energia adicional para manter o fluxo, também foi confirmada. Muito provavelmente, o material de incrustação é removido não apenas pela força mecânica gerada pelas ondas de ultrassom, mas também por criar um ambiente em que o agente químico pode agir de maneira eficiente (14).

A incrustação da superfície interior e das membranas porosas dos barris de vinho é um problema significativo encontrado por todo produtor de vinho. Este problema ocorre na produção de vinho branco e tinto por cristalização precipitada de tartarato, um sal ou éster do composto orgânico ácido tartárico, que forma uma escala robusta e inibe a extração de



compostos de carvalho pelo vinho, além de conter microrganismos e contaminantes deteriorantes. A escala de tartarato é normalmente removida por técnicas de pulverização, mas geralmente com resultados abaixo do ideal. O uso de ultrassom de alta potência (4 kW /20 kHz) resultou na remoção satisfatória e eficiente de sedimentos de tartarato da superfície dos barris, com um tempo de tratamento relativamente curto de 12 minutos a temperaturas amenas entre 40–60 °C (15). As ondas de ultrassom estão encontrando diversas aplicações, já que podem acessar alguns locais ocultos onde os organismos microbianos podem se esconder do processo Clean-in-place (CIP), método usualmente empregado na limpeza de superfícies internas de tubos, vasos, equipamentos de processo, filtros e acessórios associados, sem desmontagem, na indústria de alimentos (13).

O estudo de possíveis alterações de energia durante o uso do ultrassom de alta potência para limpar biofilmes de superfícies de uso alimentício demonstrou que as ondas de ultrassom não têm efeito residual após o processo de tratamento em comparação com outros métodos que utilizam produtos químicos. Contudo, as ondas de ultrassom não devem substituir os sistemas Clean-in-place na indústria de alimentos e bebidas, porque o processo sozinho não é 100% eficiente. No entanto, elas podem atuar em conjunto com este método, sendo mais eficiente, e reduzindo as quantidades de reagentes químicos e de água necessária, o que torna todo o processo mais ecológico e econômico (13).

## **Conclusão**

Esta revisão explanou diferentes usos do ultrassom no âmbito da conservação de alimentos. A tecnologia emergente de conservação de alimentos mostrou ser uma alternativa viável ao uso de métodos térmicos convencionais, por proporcionar um impacto mínimo nas propriedades sensoriais e nutricionais dos alimentos, assim como garantir a segurança microbiológica necessária. Sua utilização combinada com outras tecnologias provou trazer resultados ainda mais promissores. Contudo, os parâmetros e formas de utilização das ondas sonoras devem ser cuidadosamente escolhidos de acordo com as especificidades do objetivo que se visa alcançar.

O aprimoramento constante dos processos e das novas tecnologias existentes é continuamente introduzido no setor de alimentos, com o objetivo de melhorar a eficiência da produção, garantir maior segurança e qualidade e reduzir os custos de energia. Através do desenvolvimento acerca do conhecimento e prática de uso do ultrassom na conservação





de alimentos, possivelmente, esta tecnologia alcançará a escala industrial com bastante segurança e efetividade.

### Referências Bibliográficas

1. ESPEJO, *et al.* Thermosonication parameter effects on physicochemical changes, microbial and enzymatic inactivation of fruit smoothie. **J. Food Sci. Technol.** v. 57, n.5, p. 1680–1688, 2020.
2. CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA.; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, n. 4, p. 813–835, 2011.
3. EVELYN; MILANI, E.; SILVA, F. V. M. Comparing high pressure thermal processing and thermosonication with thermal processing for the inactivation of bacteria, moulds, and yeasts spores in foods. **Journal of Food Engineering**, v. 214, p. 90–96, 2017.
4. CHENG, X. *et al.* The principles of ultrasound and its application in freezing related processes of food materials: A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 27, p. 576–585, 2015.
5. VERRUCK, S; PRUDENCIO, E.S. **Ultrassom na indústria de alimentos: aplicações no processamento e conservação.** Atena Editora, Ponta Grossa (PR), 2018.
6. RANA, A.; PARMAR, M. Y.; ANITA RANA, C. Ultrasonic processing and its use in food industry: A review. **International Journal of Chemical Studies.** IJCS, v. 5, n. 56, p. 1961–1968, 2017.
7. RANA, A.; PARMAR, M. Y.; ANITA RANA, C. Ultrasonic processing and its use in food industry: A review. **International Journal of Chemical Studies.** IJCS, v. 5, n. 56, p. 1961–1968, 2017.
8. MOTHIBE, J. K.; ZHANG, M.; ATINDANA, J.N.; WANG, Y.C. Use of Ultrasound Pretreatment in Drying of Fruits: Drying Rates, Quality Attributes, and Shelf Life Extension. **Drying Technology**, v. 29, n. 14, p. 1611-1621, 2011.
9. FAN, K.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S. Application of airborne ultrasound in the convective drying of fruits and vegetables: A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 39, p. 47–57, 2017.
10. SABAREZ, H. T.; GALLEGO-JUAREZ, J. A.; RIERA, E. Ultrasonic-assisted convective drying of apple slices. **Drying Technology**, v. 30, n. 9, p. 989–997, 2012.



11. MUSIELAK, G.; MIERZWA, D.; KROEHNKE, J. Food drying enhancement by ultrasound – A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 56, p. 126–141, 2016.
12. O'DONNELL, C. P. *et al.* Effect of ultrasonic processing on food enzymes of industrial importance. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n. 7, p. 358–367, 2010.
13. MAMVURA, T. A.; IYUKE, S. E.; PATERSON, A. E. Energy changes during use of high-power ultrasound on food grade surfaces. **South African Journal of Chemical Engineering**, v. 25, p. 62–73, 2018.
14. POPOVIC, J. *et al.* Evaluation of biological debris on endodontic instruments after cleaning and sterilization procedures. **J., Oxford**, v. 43, n. 4, p. 336–341, 2010.
15. PORTER, *et al.* Evaluation of high power ultrasound porous cleaning efficacy in American oak wine barrels using X-ray tomography. **Innovative Food Science e Emerging Technologies (INNOV FOOD SCI EMERG TECHNOL)**, v. 12, p. 509-514, 2011.



## **Utilização de leveduras no controle biológico pós-colheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em manga (*Mangifera indica* L.)**

**Catiele Silva de Oliveira<sup>1\*</sup>; Luiz Eliel Pinheiro da Silva<sup>2</sup>; Najara Sousa da Silva<sup>1</sup>; Sílvio Jackson Félix Alves<sup>1</sup>; Jonatas Soares Hortins<sup>3</sup>; Euzimária Amanso da Silva<sup>3</sup>; Natália de Lima Santos<sup>3</sup>**

**Resumo:** As doenças mais decorrentes em manga pós-colheita são as ocasionadas por fungos, que são responsáveis por 80 a 90% de perdas totais dos frutos. Geralmente, a penetração dos microrganismos ocorre através de ferimentos acidentais gerados durante a colheita, transporte e armazenamento, pela abertura natural do fruto ou até mesmo pela sua estrutura floral, mantendo-se em estado quiescente até o amadurecimento e, posteriormente, provocando a podridão nos frutos. No Brasil, poucos estudos sobre o controle biológico de doenças pós-colheita utilizando leveduras antagonistas retiradas de vias naturais ou métodos naturais eficazes foram relatados, portanto, o objetivo do presente estudo é fazer um levantamento bibliográfico de artigos selecionados em inglês e português, acerca da antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* em manga e estudar alternativas eficazes de leveduras antagônicas retiradas de vias naturais na utilização do potencial biocontrole da antracnose em manga pós-colheita. A antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, é uma das doenças mais importantes da cultura da manga, ataca principalmente folhas, flores, frutos jovens e galhos e também aparece como uma doença pós-colheita em frutos maduros. A aplicação de medidas efetivas e de poder de tratamento pode ser usada como uma abordagem futura ecologicamente correta para o manejo da antracnose pós-colheita em manga. Com base nisso sugere-se a avaliação de técnicas, épocas, doses e intervalos de aplicação de antagonistas, indutores de resistências, substâncias antissépticas, extratos e óleos vegetais, entre outros, na busca por alternativas não poluentes, atóxicas ou não residuais para tratamento da antracnose sobre frutos em pós-colheita, o que possibilitará a identificação de um método seguro e eficaz no controle do patógeno. As Perspectivas sobre o uso desses produtos naturais projetadas para controlar doenças de planta são promissoras, e já existe a sua eficiência em pesquisas acadêmicas *in vitro* e *in vivo* e em casa de vegetação.

**Palavras-chave:** *Mangifera indica*. Métodos de controle biológico. Podridão pós-colheita.

---

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Tocantins.

<sup>2</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

<sup>3</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal da Paraíba.

E-mail para a correspondência: catielesilva.16.2016@gmail.com



## Introdução

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma cultura originária da família dos Anacardiaceae, nativa da Índia (1). A manga é uma fruta climatérica de grande relevância econômica, apreciada por suas características sensoriais como coloração, fragrância, sabor e suas propriedades nutricionais, podendo ser consumida *in natura* ou processada na forma de sucos, néctares, doces, purês, entre outros. Fruta produzida em regiões tropicais e subtropicais, que apresenta grande importância econômica no cenário mundial (2).

De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA (3), o Brasil produziu um total de 1.319.296 mil toneladas de manga no ano de 2020, as variedades: Palmer, Tommy Atkins, Kent e Keitt constituíram a maior parte da produção brasileira com finalidade para exportação. A maior parte da produção brasileira de manga se encontra na região Nordeste, dados apontam uma produção de 637,482 mil toneladas na safra do ano de 2020 (4). No entanto, devido à elevada produtividade aliada ao manejo inadequado, tem se tornado crescente o número de doenças pós-colheita presente em diversas espécies frutíferas, a exemplo da antracnose que tem o agente causal *Colletotrichum gloeosporioides*, responsável por ocasionar infecções em diferentes partes da planta e do fruto (5).

O controle de doenças é feito, geralmente, por métodos químicos, o que pode ocasionar, conseqüentemente, a geração de resíduos tóxicos e prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana. Esse fato é de grande relevância quando a produção é direcionada ao mercado externo, uma vez que os países importadores possuem legislações específicas quanto à qualidade e resíduos de produtos químicos em alimentos (6). Com isso, existe à necessidade de encontrar métodos alternativos para substituir os agentes químicos, visto que, nos últimos anos as pesquisas e estudos sobre o controle biológico de doenças pós-colheita tem crescido significativamente.

Os principais sintomas da doença da antracnose causada por *C. gloeosporioides* é o aparecimento de lesões marrom-escuras e pretas. O fungo infecta a manga produzindo apressórios a partir de esporos germinativos que penetram na superfície dos frutos. Em frutos imaturos, o fungo geralmente permanece dormente até que o fruto comece a amadurecer. Após o amadurecimento, desenvolvem-se manchas escuras, que aumentam para formar lesões que podem coalescer e cobrir quase toda a superfície do fruto (5).



No Brasil, poucos estudos sobre o controle biológico de doenças pós-colheita por potenciais leveduras antagonistas ou métodos naturais foram relatados, portanto, o objetivo do presente estudo é fazer um levantamento bibliográfico de artigos, selecionados em inglês e português, acerca da antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* em manga e estudar alternativas eficazes de leveduras antagônicas utilizadas para o potencial biocontrole da antracnose em manga pós-colheita.

## **Material e métodos**

A pesquisa foi realizada de forma atemporal sobre Utilização de leveduras no controle biológico pós-colheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em manga (*Mangifera indica L.*). A coleta de dados for feita com fontes de bancos de dados: Science direct, Google scholar, entre outros, onde os dados foram transformados em uma breve revisão de literatura.

## **Resultados e discussão**

- **A cultura da manga**

A mangueira (*Mangifera indica L.*) é originária da Ásia oriental (Índia) sendo considerada uma das mais importantes culturas tropicais. Das frutas tropicais comercializadas, representa a oitava maior produção (figura 1), ficando atrás apenas da banana, uva, laranja, maçã, côco e melão. A Índia ocupa, com expressiva margem de diferença, o primeiro lugar na produção mundial (figura 2) e uma produção três vezes maior que, a China, considerada a segunda colocada no ranking, de acordo com a FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (7).

A manga, destaca-se pelo seu aroma, excelente sabor, e sua coloração exótica. Possui um importante valor nutricional, principalmente, com relação ao teor de carboidratos, de vitamina C e de compostos carotenoides, com destaque para o betacaroteno, que é uma substância antioxidante que está diretamente ligada ao fator de prevenção de algumas doenças cardiovasculares e certos tipos de cânceres (8).

As frutas são do tipo drupa, com casca (epicarpo) e mesocarpo (polpa), que envolvem um endocarpo fibroso (que possui uma única semente), as principais diferença existentes entre as cultivares estão relacionadas ao formato, aparência e o tamanho da





fruta. A manga é rica em água, carboidratos, ácidos orgânicos, minerais, pigmentos, taninos e diversos compostos antioxidantes (9).

Demonstra amadurecimento identificado por significantes transformações na coloração, textura, sabor, aumento do aroma devido à produção de compostos voláteis e degradação de taninos e flavonoides, síntese de antocianinas e acúmulo de carotenóides, além da síntese de etileno e da respiração. A água está presente em maior intensidade nas frutas verdes, no entanto à medida que os frutos amadurecem, a proporção de água tende a diminuir, efeito da transpiração, que varia de acordo com a cultivar (10).

A polpa da manga constitui 76,0 a 87,0% da massa total do fruto, açúcares totais de 10,90 a 14,30%, os açúcares redutores de 3,30 a 4,15, a pectina de 0,95 a 2,00%, as fibras de 0,80 a 1,65%, o teor de sólidos solúveis de 16,59 a 21,15%, o pH de 3,70 a 5,45, a acidez total titulável de 0,20 a 0,57% e a relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez de 38,5 a 157,0. O ácido ascórbico varia de 33 a 200 mg para 100 g de polpa comestível (11).

O crescimento do fruto da mangueira divide-se em quatro fases distintas. O primeiro período, o 'estádio juvenil', ou até 21 dias a contar do dia posterior a frutificação, determinado pelo rápido crescimento celular. O segundo período é conhecido como 'fase de crescimento máximo', que vai do 21º a 49º dia. O terceiro período é chamado de 'maturação e estágio de amadurecimento', que começa do 49º e vai até o 77º dia, e engloba a respiração climatérica e o processo de amadurecimento. O último período é denominada quarta fase ou 'senescência' começa a partir do 77º dia e engloba todos os processos que ocasionarão à morte do fruto (12).

Inumeros fatores, principalmente as condições ambientais, podem influenciar no desenvolvimento da manga e também na sua qualidade pós-colheita. A iluminação é um fator importante para que aconteça a fotossíntese da planta, no entanto um dos mais relevantes efeitos da luz nas frutas está ligado ao aumento do pigmento antocianina, que proporciona elevada variedade de cores externas nas frutas que vão desde o vermelho-alaranjado ao vermelho vivo, roxo e azul (13).

A chuva (volume e distribuição) e as condições climáticas de temperatura são determinantes fatores para o desenvolvimento da mangueira e influenciam de forma significativa na maturação e qualidade da fruta. A ausência ou excesso de nutrientes podem afetar os atributos sensoriais de sabor, coloração, tamanho e até ocasionar



desordens fisiológicas na manga. As características sensoriais da fruta ocorre em função do seu grau de maturação no momento da colheita (14).

As frutas retiradas da mangueira antes de concluir sua maturação fisiológica podem até ser conservadas por um maior período de tempo, mas não alcançarão as propriedades sensoriais adequadas para o consumo e, conseqüentemente, possuirão maior suscetibilidade a danos pós-colheita (15).

- **Perdas pós-colheita**

A manga é considerada uma fruta climatérica, ou seja, finaliza o amadurecimento mesmo após a realização de sua colheita, esse procedimento normalmente ocorre dentre três a oito dias, depende das condições de ambiente em que a fruta encontra-se armazenada. No armazenamento das mangas, a temperatura utilizada é em torno de 12 °C, o que prolonga sua comercialização por três ou quatro semanas. Nesse estágio, em virtude da diminuição da resistência da casca, do amolecimento da polpa e da maior disponibilidade de água e açúcares, a manga torna-se suscetível à infecção por patógenos que tem como consequência a podridão em frutos (16).

Jha *et al.* (17), verificaram, após pesquisa com sete variedades de manga, que as frutas recolhidos maduras demonstraram melhor atributos sensoriais, ainda assim menor vida útil, e que as frutas recolhidos imaturas e com amadurecimento inadequado foram desaprovadas pelos consumidores. Já as frutas recolhidos em um período intermediário de maturidade, foram bem aceitas pelos consumidores e apresentaram maior vida útil pós-colheita.

Com relação as doenças pós-colheita na manga, as mais decorrentes são as ocasionadas por fungos, responsáveis por 80 a 90% de perdas totais dos frutos. Geralmente, a penetração dos microrganismos ocorre através de ferimentos acidentais gerados durante a colheita, transporte e armazenamento, ou pelas aberturas naturais do fruto ou estruturas florais, mantendo-se em estado quiescente até o amadurecimento e posteriormente provocando a podridão nos frutos (18).

- **Antracnose**

Causada por fungos do gênero *Colletotrichum*, a antracnose é a doença de maior relevância da cultura da manga no mundo (19). No Brasil, essa doença possui grande



importância econômica devido ao elevado prejuízo pós-colheita que ocasiona, principalmente, em cultivares de manga, goiaba e mamão. Os indícios característicos da doença são determinados por lesões arredondadas, grandes, necróticas, com o eixo central dos tecidos deprimidos, pontos que geram a extensão de conídios de tonalidade alaranjada, podendo ocasionar uma podridão-mole, consequentemente, comprometendo a qualidade e prejudicando a comercialização final dos frutos, além do que as lesões existentes nos frutos, contribuem na contaminação por fungos oportunistas e também no ataque por insetos. (11).

De acordo com estudos relatados por Sharma *et al.* (20), a antracnose existe em todas as áreas reprodutoras de manga do mundo, variando na rigorosidade da doença de acordo com os níveis de umidade presente no ambiente. Nos meses considerados os mais quentes e tropicais do ano, e também na ausência de medidas de controle dos frutos, a incidência da doença pode atingir de 70 a 100% dos frutos.

*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) na fase teleomórfica, corresponde ao fungo *Glomerella cingulata* (Stonem.). As colônias de *C. gloeosporioides* variam de cinza claro à cinza escuro, com micélio aéreo (1). Embora a doença ocorra em frutos que encontrem-se em qualquer estágio de desenvolvimento, aparece com maior frequência em mangas maduras. Sua nocividade para a economia é de grande relevância, pois os frutos atacados tornam-se impróprios para o consumo, e inaceitáveis para a comercialização. Mesmo que mangas recém-colhidas não evidenciem sintomas da doença, ela se manifesta no período de pós-colheita, ocasionando grandes perdas de produção (21).

A antracnose possui maior incidência em temperaturas próximas a 28 °C e em umidade relativa do ar elevada (em torno de 95%). Como a penetração do fungo pode ocorrer no fruto ainda imaturo, o patógeno é capaz de sobreviver de forma quiescente, manifestando-se apenas na fase de maturação do fruto (22).

- **Biocontrole por leveduras da antracnose pós-colheita**

A proporção da resistência de fitopatógenos, assim como a constatação dos efeitos negativos dos agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde, tem expandido a procura por novas alternativas de controle, ditas como métodos naturais que são capazes de reduzir a infecção fúngica em priori a antracnose (23).



Bactérias, leveduras e fungos filamentosos são considerados potenciais agentes do controle biológico em frutos com atividades antifúngicas de amplo espectro (24). Dentre os microrganismos potencialmente antagônicos, as leveduras merecem atenção especial, pois são microrganismos não patogênicos, possuem uma exigência nutricional simples, não produzem esporos alergênicos, micotoxinas ou metabólitos secundários como muitos fungos miceliais, e podem crescer rapidamente e colonizar uma ampla gama de substratos sob uma ampla variedade de condições por longos períodos de tempo (25). Além disso, as leveduras são capazes de se adaptar ao ambiente da fruta, incluindo alta concentração de açúcar e alta pressão osmótica (26).

Atualmente, algumas espécies de levedura têm sido relatadas no controle biológico de *C. gloeosporioides*, como *Debaryomyces nepalensis*, que foi isolada do solo na China e mostrou a capacidade de controlar o crescimento de *C. gloeosporioides* (27). *Pichia membranaefaciens* tem a capacidade de reduzir a incidência de antracnose em frutas cítricas causada por *C. gloeosporioides* (28). No México, as leveduras antagônicas isoladas da superfície de frutos de manga, *Meyerozyma caribbica* e *Cryptococcus laurentii*, foram avaliadas quanto à eficácia contra *C. gloeosporioides* in vitro e mostrou alto potencial na redução da incidência da doença antracnose causada por *C. gloeosporioides* em manga (27). Poucos estudos tratam do uso de leveduras antagonistas no controle biológico de *L. theobromae*. As leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, *Cystobasidium calyptogenae* e *Pichia kudriavzevii* foram encontrados e foram responsáveis por inibir efetivamente *L. theobromae* que causa a podridão do fruto (podridão da extremidade do caule) em manga in vitro (19). *Pichia anomala* foi relatado por reduzir efetivamente o crescimento de *L. theobromae* in vitro em goiaba (29).

Leveduras antagônicas apresentam vários mecanismos possíveis contra patógenos fúngicos, liberação de enzimas hidrolíticas e estimulação das vias de defesa do hospedeiro (indução de resistência do hospedeiro), apresentam também baixas restrições tecnológicas para produção em escala industrial, uma vez que grande parte tem aplicações industriais em indústrias alimentícias, e os consumidores já estão familiarizados com uma gama de produtos derivados da fermentação utilizando diferentes espécies de leveduras (30).

## Conclusão

Pode-se concluir que o controle biológico através de leveduras antagonistas surgiu como uma alternativa promissora com baixo impacto ambiental para diminuir a antracnose



em manga, seja isoladamente ou como parte do manejo integrado de pragas, visando reduzir a aplicação de fungicidas sintéticos. É essencial o direcionamento de estudos que tenham como finalidade o desenvolvimento de medidas de controle ecologicamente viável que minimizem o uso de agrotóxicos, enfatizando a qualidade do produto e a qualificação trabalhista do conjunto de produtores envolvidos nas etapas de produção e da cadeia tecnológica das plantas que vão desde o cultivo até a colheita, além da aplicação de medidas efetivas e de poder de tratamento pode ser usada como uma abordagem futura ecologicamente correta para o manejo da antracnose pós-colheita em manga. Com base nisso sugere-se a avaliação de técnicas, épocas, doses e intervalos de aplicação de antagonistas, indutores de resistências, substâncias antissépticas, extratos e óleos vegetais, entre outros, na busca por alternativas não poluentes, atóxicas ou não residuais para tratamento da antracnose sobre frutos em pós-colheita, o que possibilitará a identificação de um método seguro e eficaz no controle do patógeno.

### Referências Bibliográficas

1. DEMARTELAERE, A. C. F *et al.* Utilização de extratos no controle da antracnose em pós-colheita de *Mangifera indica*. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 4872-4892, 2021.
2. BILL, M. *et al.* Mango Endophyte and Epiphyte Microbiome Composition during Fruit Development and Post-Harvest Stages. **Horticulturae**, v. 7, n. 11, p. 495, 2021.
3. MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021.
4. CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, 2020.
5. DE SOUZA-POLLO, A; DE GOES, A. Mango Pathology and Diseases. **Handbook of Mango Fruit: Production, Postharvest Science, Processing Technology and Nutrition**; Siddiq, M., Brecht, JK, Sidhu, JS, Eds, p. 91-104, 2017.
6. SAATH, K. C de O; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, p. 195-212, 2018.
7. FAO, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2018.
8. RIBEIRO, S. M. R. *et al.* Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 62, n. 1, p. 13-17, 2017.





9. CAMARA, F. M. da. **Aspectos qualitativos da manga 'Palmer' comercializada na CEAGESP**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2017.
10. OLIVEIRA, K. Á. R. de *et al.* Synergistic mixtures of chitosan and *Mentha piperita* L. essential oil to inhibit *Colletotrichum* species and anthracnose development in mango cultivar Tommy Atkins. **Food Microbiology**, v. 66, p. 96-103, 2017.
11. FISCHER, I. *et al.* Ocorrência de antracnose em abacate, agressividade e sensibilidade de *Colletotrichum gloeosporioides* a fungicidas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 2, pág. 130-137, 2019.
12. MARTÍNEZ, R. *et al.* Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1520-1526, 2012.
13. CRUZ, M. de M. *et al.* Efeito de óleos essenciais e revestimentos comestíveis sobre podridões pós-colheita em manga, cv. Kent. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 1-6, 2012.
14. SIVAKUMAR, D. *et al.* A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. **Crop Protection**, v. 64, p. 27-37, 2014.
15. NATIONAL MANGO BOARD. Manual de Práticas para o Melhor Manejo Pós-Colheita da Manga. **National Mango Board**, 2011.
16. PFAFFENBACH, L. B. *et al.* The effect of modified atmosphere and refrigeration on post-harvest of mango red espada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 410-413, 2013.
17. JHA, S. N. *et al.* Nondestructive prediction of maturity of mango using near infrared spectroscopy. **Journal of Food Engineering**, v. 124, p. 152-157, 2014.
18. GUIMARÃES, L. M. S. *et al.* Resistance of mango cultivar Ubá to *Ceratocystis fimbriata* depends on the pathogen's physiological variability. **Crop Protection**, v. 143, p. 105560, 2021.
19. GAVA, C. A. T. *et al.* Isolation of fruit colonizer yeasts and screening against mango decay caused by multiple pathogens. **Biological Control**, v. 117, p. 137-146, 2018.
20. SHARMA, A. *et al.* Effectiveness of fungal, bacterial and yeast antagonists for management of mango anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 1-11, 2021.



21. FEYGENBERG, O. *et al.* Effect of Biological and Chemical Treatments During Flowering on Stem-End Rot Disease, and Mango Yield. **Plant Disease**, v. 105, n. 6, p. 1602-1609, 2021.
22. PERUMAL, A. B. *et al.* Effects of essential oil vapour treatment on the postharvest disease control and different defence responses in two mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, n. 6, p. 1131-1141, 2017.
23. BRITO, R. A. S. *et al.* Trichoderma species show biocontrol potential against Ceratocystis wilt in mango plants. **European Journal of Plant Pathology**, v. 158, n. 3, p. 781-788, 2020.
24. GOMES, M. de P. Potencial de fungos endofíticos no controle de doenças pós-colheita de frutas. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da São Carlos. 2021.
25. HERNANDEZ MONTIEL, L. G. *et al.* Marine yeasts and bacteria as biological control agents against anthracnose on mango. **Journal of Phytopathology**, v. 165, n. 11-12, p. 833-840, 2017.
26. FARBO, M. G. *et al.* Effect of yeast volatile organic compounds on ochratoxin A-producing *Aspergillus carbonarius* and *A. ochraceus*. **International journal of food microbiology**, v. 284, p. 1-10, 2018.
27. KONSUE, W; DETHOUP, T; LIMTONG, S. Biological control of fruit rot and anthracnose of postharvest mango by antagonistic yeasts from economic crops leaves. **Microorganisms**, v. 8, n. 3, p. 317, 2020.
28. ZHOU, Y. *et al.* Mechanisms of action of the yeast *Debaryomyces nepalensis* for control of the pathogen *Colletotrichum gloeosporioides* in mango fruit. **Biological Control**, v. 123, p. 111-119, 2018.
29. RANJITH, F. H. *et al.* Effects of Lacto-Fermented Agricultural By-Products as a Natural Disinfectant against Post-Harvest Diseases of Mango (*Mangifera indica* L.). **Plants**, v. 10, n. 2, p. 285, 2021.
30. BOSQUEIRO, A. S. **Leveduras como agentes de controle de alternaria alternata em tomates no pós-colheita: mecanismos, resistência a estresses e formulação.** 2019. 99 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2019.



## **Utilização de resíduos agroindustriais no desenvolvimento de produtos ricos em compostos bioativos – Uma Revisão de Literatura**

**Natália Pezzi Fich<sup>1</sup>, Ana Beatriz Ungaro Lopes<sup>1</sup>, Christiane Queiroz<sup>2</sup>**

**Resumo:** Nos últimos 40 anos o cenário da agricultura no Brasil mudou significativamente, e o país saiu da condição de importador de alimentos para exportador de produtos agrícolas. Atualmente, o Brasil é um importante fornecedor de grãos e frutas no mercado externo e também interno. Nesse sentido, o alto volume de processamento desses alimentos tem como consequência um aumento na geração de resíduos, como as cascas, sementes, polpas, caroços e bagaço, os quais acabam sendo descartados pela indústria. Entretanto, esses subprodutos são fontes de compostos bioativos, como os polifenóis, que incluem flavonoides e ácidos fenólicos, além de vitaminas, minerais e fibras. Nesse sentido, a partir dos subprodutos, e com as técnicas e equipamentos adequados, podem ser obtidos extratos concentrados de polifenóis, ou ainda, podem ser desenvolvidos produtos alimentícios com conteúdo elevado de compostos fenólicos. Dessa forma, os subprodutos agrícolas possuem potencial para serem transformados em produtos de alto valor agregado, contribuindo para uma alimentação mais saudável e nutritiva, além de prevenir o aparecimento de doenças crônicas. Além disso, a utilização dos resíduos provenientes da agroindústria contribui não só com a diminuição do desperdício de alimentos e com a preservação ambiental, mas também com o retorno econômico e melhora da saúde dos consumidores.

**Palavras-chave:** Agroindústria. Produtos alimentícios. Subprodutos

### **Introdução**

A produção agrícola brasileira cresceu expressivamente nas últimas quatro décadas, tornando o país um importante exportador de alimentos (1). A produção de grãos cresceu mais de seis vezes nesse período, atingindo a marca de 236 milhões de toneladas produzidas (1, 2). O Brasil destaca-se ainda como grande produtor de frutas cítricas, sendo responsável por cerca de 47% do processamento das mesmas no mundo, mostrando sua relevância no mercado externo (3).

---

<sup>1</sup>Aluna de Graduação em Nutrição. Departamento de Nutrição. Universidade Federal do Paraná.

<sup>2</sup>Docente. Departamento de Nutrição. Universidade Federal do Paraná.



Entretanto, o grande aumento na produção agrícola tem como consequência o aumento do desperdício de alimentos ao longo da cadeia produtiva, que compreende as etapas de produção, transporte, comercialização, sistema de embalagens e armazenamento, as quais contribuem para um desperdício de alimentos que chega a 12 bilhões de reais por ano no Brasil (4).

Todavia, esses resíduos são fontes de muitos nutrientes, como vitaminas, minerais, fibras e também compostos bioativos, os quais contribuem para redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (3). Os compostos bioativos podem ser encontrados em variadas fontes, como plantas, animais e micro-organismos. Nas plantas essas substâncias são produtos do metabolismo secundário das mesmas, e produzidas em resposta ao ataque de pragas, patógenos e em defesa da planta aos estresses bióticos e abióticos (5). Entre os compostos bioativos, ganham atenção especial os compostos fenólicos, os quais são abundantes em vegetais e frutas, e os principais grupos presentes em alimentos são os flavonoides, ácidos fenólicos, taninos e lignanas. No entanto, ao contrário do que acontece com algumas vitaminas e minerais, o organismo não consegue acumular os compostos fenólicos, pois estes são metabolizados rapidamente, no intuito de serem excretados, apontando assim, a necessidade de consumo regular dos mesmos (6,7). Pensando nisso, os resíduos ou subprodutos agroindustriais se mostram como grandes fontes de compostos bioativos e outros compostos nutritivos, tendo potencial para serem convertidos em produtos ou extratos que contribuam para uma alimentação melhor e mais diversificada (3,8).

A gama de produtos que podem ser desenvolvidos a partir de resíduos agrícolas é bem variada, visto os diferentes subprodutos produzidos pela agroindústria. Nesse sentido, os extratos concentrados de frutas, obtidos a partir da casca e das sementes por exemplo, podem ser utilizados para aromatizar bebidas, sorvetes, doces, gelatinas e outros produtos alimentícios, além disso, podem ser empregados na fabricação de sabonetes, perfumes, cosméticos e produtos de higiene, são ainda, aplicados na formulação de medicamentos como aromatizantes, na fabricação de inseticidas e conservantes naturais, além de atuarem como agentes antifúngicos e antimicrobianos (3, 9). Já a variedade de produtos elaborados a partir de resíduos propriamente ditos, também é ampla. O bagaço de uva e de laranja ou as farinhas provenientes destes são ricos em polifenóis e muito utilizados na fabricação de produtos de panificação, como muffins, bolos, pães, e também outros produtos alimentícios



como massas, panquecas e cereais (10, 11). Dessa forma, nota-se a capacidade de ampliação do uso dos resíduos para além da produção de energia renovável, ração animal e compostagem (10).

O objetivo desta pesquisa foi levantar os alimentos, bem como os resíduos passíveis de transformação em extratos concentrados e produtos alimentícios, além de realizar o levantamento das quantidades de compostos bioativos presentes nos produtos e compará-los. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados PubMed e Scielo, com trabalhos dos últimos dez anos, utilizando os seguintes descritores em Inglês e Português: Garbage, Biological products, Food byproduct, Bioactive compounds, Extracts and Wastes. Ademais, foram excluídos desta pesquisa os trabalhos de revisão sistemática ou qualquer outro tipo de revisão.

### **Alimentos e resíduos**

Muitos alimentos geram resíduos ou subprodutos que podem ser utilizados para a elaboração de extratos concentrados ou também produtos alimentícios e de outros gêneros. Os resultados obtidos nesta revisão foram divididos em “extratos” e “produtos”, os primeiros referem-se aos resíduos que tiveram os compostos bioativos concentrados e que não foram destinados à fabricação de um produto final. Já o termo “produtos” refere-se aos resíduos utilizados para a produção de um produto final, seja alimentício ou não. Na revisão foram levantadas diferentes variedades de alimentos que produzem resíduos úteis para a utilização em extratos e produtos. Foram avaliados no total 51 artigos, os quais pesquisaram 33 tipos diferentes de alimentos.

A uva foi o comestível que mais apareceu, contabilizando 25 vezes, sendo avaliadas diferentes variedades da fruta nos artigos revisados. Esta foi seguida pela laranja, que foi avaliada em seis estudos, depois pela manga e maracujá, os quais foram avaliados três vezes cada, e seguidos pelo abacate, abacaxi, acerola e goiaba, os quais foram avaliados em dois artigos cada, e todos os demais alimentos foram estudados uma vez cada. Com relação aos resíduos destes alimentos, a casca foi o subproduto mais utilizado para a elaboração de produtos, seguido pela semente e depois pelo bagaço. Já na avaliação de extratos, a semente foi o subproduto mais utilizado, e depois a casca e o bagaço. O albedo, flavedo e folhas, também foram empregados na elaboração de produtos, mas em menor número de vezes, e nos extratos foram utilizados além da casca, semente e bagaço, o caule e a polpa.





Em relação à quantificação de compostos fenólicos totais em subprodutos foi possível notar que a semente foi o resíduo que apresentou o maior teor de compostos fenólicos totais de todos os subprodutos avaliados. Esta foi seguida pela casca com caule e a casca com semente, isso se deu, muito provavelmente, por se tratar de dois resíduos sendo avaliados em conjunto. Ademais, depois destes, os maiores resíduos com compostos fenólicos totais foram a casca, o bagaço e por último a polpa, demonstrando que as frações normalmente descartadas (cascas, bagaço e sementes) são as mais ricas em polifenóis, possuindo alto potencial de utilização. Contudo, um artigo não avaliou os compostos fenólicos totais, e outros, ainda, avaliaram mais de uma variedade da mesma fruta ou diferentes tipos de extração em um mesmo subproduto, e nesses casos, foi apresentado apenas a amostra com maior concentração de fenólicos do estudo, além disso, a avaliação da quantidade de polifenóis totais também sofre a influência da falta de padronização, e dessa forma, é difícil comparar resultados que utilizam diferentes padrões de quantificação (12-19).

### **Desenvolvimento de produtos utilizando resíduos agroindustriais**

Acerca dos produtos elaborados a partir de resíduos de alimentos foram encontrados na revisão de 31 artigos 22 produtos elaborados a partir de resíduos. As farinhas foram os produtos que mais se destacaram, pois foram avaliadas não só de forma isolada, mas também na elaboração de produtos de panificação e de outros gêneros, como sorvete e hambúrguer, por exemplo (20, 21). Nos artigos, a farinha apareceu de forma isolada quatro vezes, as quais foram fabricadas a partir da semente da uva, do bagaço e casca de duas variedades de kiwi, além de casca e sementes da manga e bagaço da mandioca (22-25).

No entanto, as farinhas também foram utilizadas para a elaboração de outros produtos finais, como o biscoito produzido com farinha da casca de abóbora e albedo de maracujá, o salame que utilizou farinha de resíduos da uva, as massas, na qual uma utilizou farinha de broto de alface e outra, farinha de casca de maracujá, o snack com farinha de casca de uva, além dos dois pães que utilizaram farinha de sementes e cascas de mamão e outro com farinha de semente de uva (26-32). O outro pão e a outra massa encontrados na revisão foram feitos a partir de fibras da casca de laranja e bagaço de uva, respectivamente, e não com a farinha como substituto parcial da farinha de trigo (33, 34).

Além disso, também foram elaborados dois hambúrgueres, um deles utilizou farinha da casca da batata-doce, e no outro foi adicionado casca e bagaço de abacaxi no produto



cárneo, ao invés da farinha destes (20, 35). Ainda com os farináceos, foi elaborado também um sorvete com farinha de albedo, flavedo, semente e bagaço da laranja, além de um bolo de chocolate que utilizou farinha de albedo de laranja (21, 36). Outro produto que teve destaque, apesar de só ter sido citado em um artigo, foram os inseticidas naturais, os quais são óleos provenientes de três alimentos, da casca da laranja doce, laranja amarga e limão siciliano, que contém D-limoneno, linalool, gama-terpineno e beta-terpineno, substâncias que nos estudos combateram o inseto *Dysmicoccus brevipes*, praga muito comum no café (37).

Os demais produtos encontrados foram o corante produzido a partir do bagaço da uva, rico em antocianinas, o doce elaborado com casca da manga, além do iogurte fabricado a partir da semente, casca e bagaço da uva, bebida fermentada com pó de acerola, cereal sem glúten produzido com resíduos de arroz, maracujá e leite e barras de cereal produzidas com semente de pequi, além de tapioca, cookies e amido, elaborados com okara de soja, gérmen e pericarpo de milho, e semente de abacate, respectivamente (38-46).

Além disso, somente dois artigos apresentaram a elaboração de produtos não alimentícios, no qual foi avaliado o potencial de uso da casca de uva em produtos de beleza e outro que avaliou o potencial fotoprotetor do ácido elágico contido em subprodutos da goiaba, no intuito de elaborar também um produto cosmético (47, 48). Ademais os artigos que avaliaram a carne de frango e nuggets enriqueceram as rações dos frangos com os resíduos e não o produto final, no entanto, no caso da carne de frango, o produto final continha polifenóis, diferente do nuggets, no qual não foi avaliado presença de compostos bioativos (49, 50).

### **Compostos bioativos presentes em resíduos agroindustriais**

Os polifenóis foram encontrados em seis de 22 produtos, sendo estes, a carne de frango, corante, iogurte, massa, pão e nas farinhas. Em relação aos subgrupos dos polifenóis foram encontrados flavonoides e antocianinas no corante, flavonoides e carotenoides na farinha de kiwi, e catequina, epicatequina, galocatequina e ácido gálico na farinha de uva, já nas farinhas de manga e mandioca este tópico não foi avaliado (22-25, 44). Foram encontrados também D-limoneno, linalol, Y-terpineno e beta-pineno no inseticida e catequina no pão elaborado com farinha de uva, já nos outros dois pães elaborados com farinha de manga e com fibra de laranja este tópico também não foi avaliado nos artigos pesquisados (28, 32, 34, 37). Entretanto, o achado mais interessante foi o fato de a maioria



dos estudos, totalizando 16 artigos de 22 revisados, não terem avaliado a presença ou ausência de compostos bioativos nos produtos finais ou na matéria-prima, bem como, nenhum artigo avaliou a bioacessibilidade dos mesmos no organismo humano. Nesse sentido, aponta-se a necessidade mais estudos que contemplem esta abordagem, bem como, nota-se a necessidade de padronização das unidades de quantificação dos compostos bioativos.

## **Conclusão**

É possível observar que a gama de extratos e produtos que podem ser elaborados a partir de subprodutos provenientes da agroindústria é extensa. Ademais, estes resíduos possuem propriedades bioativas, principalmente de polifenóis, como os flavonoides, nas cascas, sementes e bagaço, os quais normalmente são os mais descartados pela indústria alimentícia. Entretanto, nota-se a necessidade de padronização dos métodos e parâmetros nas análises bioquímicas de alimentos, bem como, o desenvolvimento de pesquisas que avaliem a bioacessibilidade dos compostos bioativos.

## **Referências Bibliográficas**

1. EMBRAPA. Visão 2030: O futuro da agroindústria brasileira. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro>. Acesso em: 21/07/2021.
2. EMBRAPA. Ciência que transforma: Resultados e impactos positivos da pesquisa agropecuária na economia, no meio ambiente e na mesa do brasileiro. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortalicas>. Acesso em: 03/07/2021.
3. SHARMA, K. et al. Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmently friendly approaches. **Nutrition**, v. 34, p. 29-46, 2017.
4. SILVÉRIO, G. A.; OLTRAMARI, K. Desperdício de alimentos em Unidades de Alimentação e Nutrição brasileiras. **Ambiência**, Guarapuava (PR), v. 10, n. 1, p. 125 - 133, 2014.



5. SHIRAHIGUE, L. D.; CECCATO-ANTONINI, S. R. Agro-industrial wastes as sources of bioactive compounds for food and fermentation industries. **Ciência Rural**, v. 50, n. 4, p. e20190857, 2020.
6. WALTER, M.; MARCHESAN, E. Phenolic compounds and antioxidant activity of rice. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, n. 4, p. 371–377, 2011.
7. DE OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de Ácidos fenólicos. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 1051-1056, 2011.
8. FILHO, W.B.N; 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.
9. ZEMA, D. A. et al. Valorisation of citrus processing waste: A review. **Waste Management**, v. 80, p. 252-273, 2018.
10. ANTONIĆ, B. et al. Grape Pomace Valorization: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Foods**, v. 9, n. 11, p. 1627, 2020.
11. MELINI, V.; MELINI, F.; ACQUISTUCCI, R. Phenolic compounds and bioaccessibility thereof in functional pasta. **Antioxidants**, v. 9, n. 4, p. 343, 2020.
12. AVELLO, D. E. et al. Phenolic profile of grape canes: novel compounds identified by LC-ESI-LTQ-Orbitrap-MS. **Molecules**, v. 24, n. 20, p. 3763, 2019.
13. CHOLEVA, M. et al. Evaluation of anti-platelet activity of grape pomace. **Food & Function**, v. 12, p. 8069-8080, 2019.
14. COSTA, G. N. S. et al. Grape seed pomace as a valuable source of antioxidant fibers. **Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 10, p. 4593-4601, 2019.
15. LUCARINI, M. et al. Grape seeds: chromatographic profile of fatty acids and phenolic compounds and quantitative analysis by FTIR-ATR spectroscopy. **Foods**, v. 9, n. 1, 2019.
16. PANIC, M. et al. Extratos polifenólicos verdes prontos para o uso de subprodutos alimentares. **Química Alimentar**, v. 283, p. 628-636, 2019.



17. PIÑEIRO, Z. et al. Extração assistida por ultrassom de estilbenos de canas de uva. **Molecules**, v. 21, n. 6, p. 784, 2016.
18. GRUZ, A. P. G. et al. Recuperação de compostos bioativos a partir do bagaço de uva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. pp. 1147-1157, 2013.
19. MELO, P. S. et al. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 1088-1093, 2011.
20. MARCONATO, A. M. et al. Sweet potato peel flour in hamburger: Effect on physicochemical, technological and sensorial characteristics. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. e2019115, 2020.
21. DE SOUZA OLIVEIRA, N. A.; WINKELMANN, D. O. V.; TOBAL, T. M. Flour and byproducts of mombuca blood orange: Chemical characterization and application in ice cream. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. e2018246, 2019.
22. SOQUETTA, M. B. et al. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **Food Chemistry**, v. 199, p. 471–478, 2016.
23. 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, n. 2, p. 161-165, 2013.
24. FIORDA, F. A. et al. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 408-416, 2013.
25. ROSS, C. F.; HOYE, C.; FERNANDEZ-PLOTKA, V. C. Influence of Heating on the Polyphenolic Content and Antioxidant Activity of Grape Seed Flour. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 6, 2011.
26. SILVA, M. L. T; BRINQUES, B. G; GURAK, D. P. Utilização de farinha de subproduto de brotos para elaboração de massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. e2018063, 2019.
27. RIBEIRO, T. H. S. et al. Physicochemical and sensory characterization of gluten-free fresh pasta with addition of passion fruit peel flour. **Ciência Rural**, v. 48, n. 12, p. e20180508, 2018.
28. DOS SANTOS, C. M. et al. Preparation, characterization and sensory analysis of whole bread enriched with papaya byproducts flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2017120, 2018.





29. BENDER, A. B. B. et al. Obtenção e caracterização de farinha de casca de uva e sua utilização em snack extrusado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, n. 00, p. e2016010, 2016.
30. DOS SANTOS, D. A. M et al. Perfil livre, aceitação e intenção de compra na avaliação de diferentes formulações de biscoitos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 6, p. 613–623, 2015.
31. MENDES, A. C. G. et al. Salames tipo milano elaborados com fibras de subprodutos da produção de vinho tinto. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1291–1296, 2014.
32. HOYE, C.; ROSS, C. F. Total Phenolic Content, Consumer Acceptance, and Instrumental Analysis of Bread Made with Grape Seed Flour. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 7, p. 28-36, 2011.
33. TOLVE, R. et al. Effect of grape pomace addition on the technological, sensory, and nutritional properties of durum wheat pasta. **Foods**, v. 9, n. 3, p. 354, 2020.
34. STOLL, L; FLÔRES, S. H.; THYS, R. C. Fibra de casca de laranja como substituto de gordura em pão de forma. **Ciência Rural**, v. 45, n. 3, p. 567–573, 2015.
35. SELANI, M. M. et al. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. **Meat Science**, v. 112, p. 69–76, 2016.
36. SILVA, I. C. V. et al. Avaliação da influência das variáveis açúcar, polvilho azedo e albedo de laranja na elaboração de bolos de chocolate. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 3, p. 175- 183, 2013.
37. MARTINS, G. D. S. O. et al. Chemical composition and toxicity of citrus essential oils on *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 811–817, 2017.
38. PRIULLI, E. et al. Use of the quantitative descriptive analysis for sensory assessment of tapiocas with adding waste from soy processing. **Food Science and Technology**, v. 42, p. e08621, 2021.
39. RAMOS, R.O. et al. Chemical and antioxidant characterization, sensory and shelf-life analysis of cereal bars with almonds from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Food Science and Technology**, v. 41, suppl 1, pp. 368-374, 2021.
40. IRIONDO-DEHOND, M. et al. Nutritional quality, sensory analysis and shelf life stability of yogurts containing inulin-type fructans and winery byproducts for sustainable health. **Foods**, v. 9, n. 9, 2020.



41. MACENA, J. F. F. et al. Physico-chemical, morphological and technological properties of the avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) seed starch. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, p. e001420, 2020.
42. ALONSO DOS SANTOS, P. et al. Use of agricultural by-products in extruded gluten-free breakfast cereals. **Food Chemistry**, v. 297, n. 6, 2019.
43. VIEIRA, A. D. S. et al. Impact of Acerola (*Malpighia emarginata* DC) Byproduct and Probiotic Strains on Technological and Sensory Features of Fermented Soy Beverages. **Journal of Food Science**, v. 84, n. 12, p. 3726–3734, 2019.
44. BASTOS, R. DA S. et al. Estabilidade de antocianinas do resíduo agroindustrial da uva isabel cultivada no vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, p. 564, 2017.
45. FROES, L.O. et al. Gérmen com pericarpo de milho desengordurado na formulação de biscoitos tipo cookie. **Ciência Rural**, v. 42, n. 4, p. 744-750, 2012.
46. DAMIANI, C. et al. Doces de corte formulados com casca de manga. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 360–369, 2011.
47. KIM, J. et al. Grape Peel Extract and Resveratrol Inhibit Wrinkle Formation in Mice Model Through Activation of Nrf2/HO-1 Signaling Pathway. **Journal of Food Science**, v. 84, n. 6, p. 1600–1608, 2019.
48. MILANI, L. P. G. et al. Extract from byproduct *Psidium guajava* standardized in ellagic acid: additivation of the in vitro photoprotective efficacy of a cosmetic formulation. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 28, n. 6, p. 692-696, 2018.
49. MARTÍNEZ, L.; ROS, G.; NIETO, G. Effect of natural extracts obtained from food industry by-products on nutritional quality and shelf life of chicken nuggets enriched with organic Zn and Se provided in broiler diet. **Poultry Science**, v. 99, n. 3, p. 1491–1501, 2020.
50. NARDOIA, M. et al. Addition of fermented and unfermented grape skin in broilers' diets: Effect on digestion, growth performance, intestinal microbiota and oxidative stability of meat. **Animal**, v. 14, n. 7, p. 1371–1381, 2020.



## UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTO DE CAJU EM PRODUTOS *PLANT-BASED*

Mariana Basso Pinton<sup>1\*</sup>; Yasmim Leães<sup>2</sup>; Jordana Lima da Rosa<sup>3</sup>; Ana Carolina Mendes Dias Seibt<sup>4</sup>; Letícia Pereira Correa<sup>5</sup>; Tatiana Valesca Rodriguez Alicieo<sup>6</sup>; Paulo Cezar Bastianello Campagnol<sup>7</sup>

**Resumo:** O bagaço de caju é um subproduto agroindustrial do processamento do pedúnculo do caju. O bagaço é rico em minerais, vitaminas, fibras solúveis, fibras insolúveis e antioxidantes, sendo considerado um ingrediente de alto valor agregado. O objetivo deste estudo foi evidenciar o aproveitamento do subproduto do caju no desenvolvimento de produtos *plant-based*. Os estudos avaliados foram realizados visando na produção de produtos *plant-based* como hambúrgueres, almondegas e paçocas, a base de pedúnculos de caju, utilizando “carne” básica de subprodutos de caju. Foi observado um elevado potencial de utilização da fruta e do pseudofruto de caju, tanto como resíduo ou de forma direta para a elaboração de produtos *plant-based*, tendo em vista as características nutricionais, físico-químicas, de estabilidade e sensoriais. Buscar alternativas para driblar o consumo excessivo de carne é uma tendência que veio para ficar. As proteínas alternativas representam uma ampla categoria de produtos que ecoam no movimento em direção a menor dependência de animais para a alimentação. O desenvolvimento de produtos de base vegetal a partir de subprodutos é uma alternativa interessante para o aproveitamento integral da fruta, estimulando o desenvolvimento de novos produtos e reduzindo o desperdício do processamento, além de contribuir para a melhoria do meio ambiente.

**Palavras-chave:** Hambúrguer vegetal; Produtos *plant-based*; Resíduo de caju.

### Introdução

---

<sup>1</sup>Doutoranda em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Departamento Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria.

<sup>2</sup>Doutoranda em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Departamento Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria.

<sup>3</sup>Mestranda em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Departamento Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria.

<sup>4</sup>Mestranda em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Departamento Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria.

<sup>5</sup>Graduanda em Tecnologia dos Alimentos, Departamento Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria.

<sup>6</sup>Doutora em Engenharia Química, Departamento de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>7</sup>Doutor em Tecnologia dos Alimentos, Departamento Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria.



O processamento de frutas e hortaliças gera uma quantidade relativamente grande de resíduos na forma de bagaço, que representa de 10 a 35% da massa bruta. O bagaço oriundo do caju contém até 80% de água, o que o torna um produto muito perecível, suscetível a contaminações microbianas e de difícil armazenamento (1).

Bagaços de frutas já vêm sendo aplicados em produtos alimentícios, devido aos seus compostos bioativos e alto teor de fibra alimentar (2). O bagaço do caju, resíduo industrial do processamento do pedúnculo do caju, é rico em fibras, vitaminas e antioxidantes, por este motivo, este subproduto é considerado um ingrediente de alto valor agregado (3). Diante do exposto, esta revisão objetivou elucidar diferentes alternativas para a utilização do subproduto do processamento do pedúnculo do caju em produtos *plant-based*, para agregar valor nutricional e reduzir o desperdício do processamento.

## **Metodologia**

Na revisão realizada, buscou-se trabalhos nas seguintes bases de dados: plataforma periódicos da CAPES, Science Direct, Pubmed e Google Acadêmico. Os termos utilizados nessas bases foram “*products made with cashew*”, “*products plant based*”, “*hambúrgueres elaborados com subproduto de caju*”, “*cashew beef burgers*”, “*cashew hamburgers*”, etc. Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram: artigos que apresentavam a temática proposta, publicados em periódicos em inglês ou português no período de 2008 a 2020. No total, foram revisados 21 artigos.

## **Produtos *Plant-Based***

A substituição de proteína animal por proteínas alternativas é uma opção para os consumidores que se interessam em produtos que ofereçam benefícios à saúde. Os consumidores escolhem dietas à base de plantas por diversos motivos, como: saúde (física e mental) (4), preocupações ambientais (5), questões éticas e crenças religiosas (6). No entanto, realizar mudanças de dietas à base de carne para produtos *plant-based* exigirá uma profunda transição social e um desafio árduo (7).

As proteínas vegetais estão cada vez mais sendo utilizadas como uma alternativa econômica e versátil em substituição à fonte animal na nutrição humana. Em países emergentes e em desenvolvimento é esperado um aumento no consumo de carne até 2100, e a população mundial deverá aumentar para 11,2 bilhões (8). A produção de carne tem um impacto significativo no meio ambiente, sendo altamente associada a mudanças climáticas,



esgotamento de água doce e perda de biodiversidade (9). É sabido que a alta ingestão de carne tem efeitos adversos à saúde humana, incluindo risco de doenças cardiovasculares e aumento do risco de câncer (10; 11).

A produção de carne é responsável pelo aumento dos gases de efeito estufa, como as emissões de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso (12). Já a produção de um hambúrguer vegetal, por exemplo, gera 90% menos emissões de gases de efeito estufa e requer 93% menos uso da terra, 99% menos água e 46% menos energia em comparação com um hambúrguer feito de carne bovina nos EUA (13).

Diversas fontes vegetais vêm sendo estudadas e utilizadas como suplementos proteicos, sendo bem documentada por Sha e Xiong (14). Já Sá; Moreno e Carciofi (15), fornecem as principais fontes de proteínas vegetais e sua composição nutricional em termos de conteúdo proteico e perfil de aminoácidos, discutindo a qualidade nutricional. Também demonstram que as proteínas de origem vegetal são abundantes e que podem ser amplamente encontradas, mas que desafiam toda a cadeia alimentar.

### **Utilização de subprodutos de caju em produtos *plant-based***

Os subprodutos do caju são fontes naturais de minerais, vitaminas, fibras solúveis e insolúveis, capazes de proporcionar inúmeros benefícios para a saúde. Lima (16) elaborou hambúrgueres à base de pedúnculos de caju utilizando “carne” básica de caju, obtida após liquidificar o fruto, peneirá-lo e adquirir uma fibra enxuta. Analisou a aceitação sensorial comparando o hambúrguer de caju com produtos similares, elaborados a base de soja e com os hambúrgueres convencionais, a base de carne. Observou que a aceitação sensorial dos hambúrgueres de caju foi inferior aos outros hambúrgueres analisados, correspondendo a avaliação “indiferente”, em uma escala hedônica de nove pontos, através do teste de aceitação.

Sucupira et al.; (17) utilizaram fibras industriais e fibras artesanais de pedúnculo do caju no desenvolvimento de paçocas e almôndegas. Foram avaliados o perfil de compostos bioativos, a atividade antioxidante total, métodos de processamento das fibras e atributos sensoriais dos produtos desenvolvidos. As fibras de caju demonstraram alta concentração de vitamina C. Os valores médios para compostos fenólicos foram afetados pelo processamento feito em cada fibra. Já em relação a atividade antioxidante, os valores foram semelhantes, obtendo alta atividade antioxidante, independentemente de a fibra ser artesanal ou industrial. Os métodos de processamento avaliados demonstraram influência





na atividade antioxidante, a fritura foi o melhor método de cozimento em termos de conservação dos compostos bioativos e antioxidantes.

Sucupira et al.; (17) também desenvolveram produtos a partir da fibra de caju artesanal e industrial. A paçoca e as almôndegas foram elaboradas com fibra de caju, farinha de mandioca peneirada e outras especiarias. Os autores não observaram diferença significativa entre a paçoca elaborada com fibra de caju artesanal e industrializada quanto aos atributos sensoriais, exceto em relação ao aroma, e as paçocas elaboradas com fibra de caju artesanal apresentaram avaliação sensorial correspondente a “gostei moderadamente” e, as paçocas elaboradas com fibra de caju industrializada, correspondente a “gostei ligeiramente”, em uma escala hedônica de nove pontos no teste de aceitação. Essa maior aceitação pode ter sido atribuída a maior concentração de compostos voláteis presentes na fibra de caju artesanal. Mesmo com essa diferença encontrada em relação ao aroma, as amostras tiveram scores positivos em relação à aceitação geral. Já na aceitação sensorial de almôndegas de caju, também não foram observadas diferenças estatísticas entre os atributos avaliados, o que significa que os produtos elaborados com fibra de caju artesanal e industrializada foram estatisticamente semelhantes. Esses resultados encontrados por Sucupira et al.; (17) diferiram dos resultados de Lima (16), isso pode ter ocorrido devido aos diferentes ingredientes utilizados nas formulações dos produtos reformulados.

Lima et al.; (18) realizaram a redução do tamanho da fibra de caju para a elaboração de hambúrguer vegetal elaborado com proteína texturizada de soja (PTS) associado com a fibra de caju. Observaram um aumento do teor de proteína e diminuição no conteúdo lipídico, comparando com seu estudo anterior, em que Lima (16) utilizou somente fibra de caju para a elaboração de hambúrgueres, também foi observado, que os hambúrgueres elaborados apenas com fibra de caju apresentaram valor inferior do teor de proteína (de 11% para aproximadamente 19%) e valor superior do conteúdo lipídico (de 16% para aproximadamente 3%). Em relação a aceitação sensorial, os provadores relataram que gostaram dos hambúrgueres e que provavelmente os comprariam. Em seu estudo anterior, Lima (16) sugeriu a utilização de outros temperos e a associação do caju com proteína, para a melhoria do conteúdo proteico e das características sensoriais, o que de fato aconteceu com a associação desse ingrediente.

Santos et al.; (19) elaboraram hambúrguer a partir do pedúnculo do caju (70 g) e farelo de aveia (35 g) e uma emulsão de castanha de caju para a confecção de sanduíche vegetal, através da utilização de 50 g de castanha de caju torrada sem sal, 20 ml de azeite



de oliva, 3 g de sal iodado, 30 g de salsa e 60 ml de água. O produto elaborado, apresentou alto teor de vitamina C, fibras e proteína e, baixa quantidade de lipídeo. Lima et al.; (20) formularam e caracterizaram hambúrgueres vegetais de fibra de caju e feijão-caupi e, assim como Santos; Cabral e Furquim (19), também obtiveram um produto com alto teor de proteína e uma diminuição no teor de lipídeos. De acordo com a diminuição do conteúdo lipídico e o aumento do teor de proteína, esses hambúrgueres atendem à demanda de consumidores que buscam uma alimentação mais saudável e nutritiva.

É possível a formulação de produtos *plant-based* com a utilização de subprodutos de caju. Como por exemplo, a adição de outras fontes vegetais, para incrementar a quantidade proteica e melhorar as características sensoriais dos produtos elaborados, atendendo uma demanda de consumidores cada vez mais preocupada com a sua saúde e meio ambiente. Buscar alternativas para driblar o consumo excessivo de carne é uma tendência que veio para ficar. As proteínas alternativas representam uma ampla categoria de produtos que ecoam no movimento em direção a menor dependência de animais para a alimentação (21).

## **Conclusão**

A utilização de subprodutos de caju como fonte de fibras e nutrientes na elaboração de produtos *plant-based*, como por exemplo, hambúrgueres, paçocas e almôndegas apresenta-se como opção de enriquecimento e de diversificação da dieta da população, trazendo benefícios para a saúde e aumentando o valor nutricional dos produtos. O desenvolvimento de produtos de base vegetal a partir dos subprodutos do processamento de resíduo agroindustrial é uma alternativa interessante para o aproveitamento integral desta fruta, estimulando o desenvolvimento de novos produtos e reduzindo o desperdício de processamento, além de contribuir para a melhoria do meio ambiente, já que o descarte desses resíduos em locais inapropriados pode causar sérios problemas ambientais.

## **Referências Bibliográficas**

(1) GOUW, V. P.; JUNG, J.; ZHAO, Y. Functional properties, bioactive compounds, and in vitro gastrointestinal digestion study of dried fruit pomace powders as functional food ingredients. *LWT – Food Science and Technology* , v. 80, p. 136-144, 2017



- (2) KAUR, R.; SHARMA, M. Cereal polysaccharides as sources of functional ingredient for reformulation of meat products: A review. *Journal of Functional Foods*, v.62, 103527, 2019.
- (3) ROCHA, M.V.P.; RODRIGUES, T.H.S.; ALBUQUERQUE, T.L.; GONÇALVES, L.R.B.; MACEDO, G.R. Evaluation of dilute acid pretreatment on cashew apple bagasse for ethanol and xylitol production. *Chemical Engineering Journal*, v.243, p.234-243, 2014.
- (4) REIPURTH, M.F.S.; HORBY, L.; GREGERSEN, C.G.; BONKE, A.; PEREZ CUETO, F.J.A. Barriers and facilitators towards adopting a more plant-based diet in a sample of Danish consumers. *Food Quality and Preference*, v. 73, p. 288-292, 2019.
- (5) JANSSEN, M; BUSCH, C.; RODIGER, M.; HAMM, U. Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite*, v. 105, p. 643-651, 2016.
- (6) DYETT, P.A.; SABATÉ, J.; HADAD, E.; RAJARAM, S.; SHAVLIK, D. Vegan lifestyle behaviors. An exploration of congruence with health-related beliefs and assessed health indices. *Appetite*, v. 67, p. 119-124, 2013.
- (7) BOER, J.; AIKING, H. Pursuing a low meat diet to improve both health and sustainability: How can we use the frames that shape our meals? *Ecological Economics*, v. 142, p. 238-248, 2017.
- (8) ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision (ESA Working paper No. 12–03). ESA Working paper. Rom. 2012.
- (9) SANCHEZ-SABATE, R.; SABATÉ, J. Consumer Attitudes Towards Environmental Concerns of Meat Consumption: A Systematic Review. *Environmental Research and Public Health*, v.16, n. 7, 1220, 10.3390/ijerph16071220, 2019.
- (10) TILMAN, D.; CLARK, M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, v. 515, p. 518 – 522, 2014.
- (11) CAMPBELL, B.M.; BEARE, D.J.; BENNETT, E. M.; HALL-SPENCER, J. M.; INGRAM, J. S.I.; JARAMILLO, F.; ORTIZ, R.; RAMANKUTTY, N.; SAYER, J.A.; SHINDELL, D. Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, v. 22, 2017.
- (12) KUMAR, P.; CHATLI, M. K.; MEHTA, N.; SINGH, P.; MALAV, O. P.; VERMA, A. K. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.57, n.5, p. 923-932, 2017.
- (13) HU, F. B.; OTIS, B. O.; MCCARTHY, G. Association of changes in red meat consumption with total and cause specific mortality among US women and men: Two prospective cohort studies. *Journal of the American Medical Association*, v. 365, 21 p. 9–10, 2019.



- (14) SHA, L.; XIONG, Y. L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, v. 102, p. 51 – 61, 2020.
- (15) SÁ, A. G. A.; MORENO, Y. M. F.; CARCIOFI, B. A. M. Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. *Trends in Food Science & Technology*, v.97, p. 170-184, 2020.
- (16) LIMA, J.R. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado a base de caju. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.1, p.191-195, 2008.
- (17) SUCUPIRA, N. R.; SABINO, L. B. S.; NETO, L. G.; GOUVEIA, S. T.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. G. M. Evaluation of cooking methods on the bioactive compounds of cashew apple fibre and its application in plant-based foods. *Heliyon*, v.6, 10.1016/j.heliyon.2020.e05346, 2020.
- (18) LIMA, J. R.; GARRUTI, D. S.; PINTO, G. A. S.; MAGALHÃES, H. C. R.; MACHADO, T. F. Vegetal burgers of cashew fiber and texturized soy protein. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 39, n.3, p.1-7, 2017.
- (19) SANTOS, M. F. B.; CABRAL, A. C. M.; FURQUIM, N. R. Produto alternativo para o mercado brasileiro: sanduíche de hambúrguer de caju e emulsão de castanha de caju congelado. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 2, p. 3399-3412, 2020.
- (20) LIMA, J. R.; GARRUTI, D. S.; MACHADO, T. F.; ARAÚJO, I. M. S. Vegetal burgers of cashew fiber and cowpea: formulation, characterization and stability during frozen storage. *Revista Ciência Agronômica*, v.49, n.4, p.708-714, 2018.
- (21) ONG, S.; CHOUDHURY, D.; NAING, M.W. Cell-based meat: Current ambiguities with nomenclature. *Trends in Food Science & Technology*, in: 10.1016/j.tifs.2020.02.010, 2020.







## **Utilização dos coprodutos da agroindústria de processamento de uvas para elaboração de produtos funcionais**

**Danielle de Oliveira Souza <sup>1</sup>; Jamile Maureen de Sousa Oliveira <sup>2</sup>;**

**Veridiana de Carvalho Antunes<sup>2</sup>**

1: engenheira de alimentos, 2: docentes do CEFET/RJ unidade Valença

**Resumo:** A uva (*Vitis vinífera*) é uma fruta versátil que dá origem a vários produtos como o vinho, suco, passas, geleias e licores, que são fonte de compostos funcionais, como as fibras alimentares e compostos fenólicos, que são associados com a promoção de benefícios à saúde do consumidor além de nutrir. Associados ao consumo de compostos funcionais, se destacam as propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, anticâncer, controle glicêmico e do colesterol. Entretanto, durante o processamento da uva ocorre a geração de alta quantidade de coprodutos formados pelo bagaço, sementes, borras e engaço (armação do cacho da uva que suporta o fruto). A indústria de alimentos enfrenta desafios para armazenar, transformar ou eliminar este coproduto. Porém, o setor vem buscando novas alternativas para o seu aproveitamento por meio da elaboração de novos produtos, contribuindo assim para a redução do desperdício de alimentos, impactos ambientais, perdas econômicas e promovendo a produção de alimentos com propriedades funcionais. Diante disso, esse capítulo abordará o aproveitamento dos coprodutos da agroindústria de processamento de uva para a elaboração de produtos com potencial funcional, verificando a presença dessas propriedades e as características sensoriais. A incorporação da farinha de bagaço de uva nas formulações de produtos de panificação (bolos, pães, cookies etc.), extrusados (snacks), massas, iogurte e hambúrguer agregou compostos fenólicos e fibra alimentar. Além disso, foi verificada considerável capacidade antioxidante nesses produtos. Os produtos fabricados a partir da utilização da farinha do bagaço de uva geraram alimentos com compostos funcionais, que possuem propriedades potencialmente benéficas para a saúde do consumidor, e com aceitação sensorial. Demonstrando assim o potencial de aplicabilidade para a produção de produtos funcionais, com compostos bioativos capazes de contribuir para uma dieta mais saudável

**Palavras-chave:** Antioxidantes; Farinha do bagaço de uva; Sensorial.



## **Introdução**

O agronegócio foi um dos setores que teve maior crescimento no Brasil em 2020, mesmo perante à atual situação pandêmica que o país e o mundo enfrentam (1). Dentre as agroindústrias, a vitivinicultura se destacou com uma produção de 1.416.398 toneladas de uva em 2020. Em 2021, a produção teve um acréscimo de 19,2% em comparação ao mesmo período do ano anterior, demonstrando um grande potencial de crescimento (2).

Entretanto, o processo de transformação da uva gera um grande volume de coprodutos que precisa ser gerenciado. A quantidade de sementes, cascas, residual de engaço e a borra oriundas da fabricação do vinho correspondem a aproximadamente 20% da uva (3). Esses coprodutos que são denominados como bagaço de uva, tem um alto valor nutricional, apresentando alta concentração de minerais e de compostos bioativos (3,4). Além disso, eles podem ser considerados alimentos funcionais quando consumidos, seja como ingrediente ou parte dele, pois oferecem benefícios adicionais, podendo auxiliar na diminuição de riscos de doenças crônicas, por estarem atrelados a efeitos benéficos à saúde (5). Apesar de possuírem características funcionais, a indústria enfrenta desafios para o tratamento e destinação desses coprodutos. O descarte inadequado gera problemas ambientais, poluindo solo e água, além de acarretar perdas de matéria-prima. Se faz necessário investimento em processos que evitem a contaminação do meio ambiente (6).

Com isso, a indústria vem buscando soluções para utilizar esses coprodutos. Destacando-se a aplicação na elaboração de produtos com características funcionais, possibilitando a oferta destes compostos na dieta humana, que com suas características funcionais vão ser benéficos para saúde, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável (7).

Diante do cenário apresentado, o objetivo deste trabalho foi demonstrar, por meio de uma revisão bibliográfica, o potencial de aproveitamento dos coprodutos gerados durante o processamento da uva, especialmente da farinha do bagaço, para elaboração de produtos funcionais, contribuindo para um aumento do consumo desses produtos e para a redução de impactos ambientais. Para isso, foram elencados os principais produtos elaborados com a utilização da farinha do bagaço de uva e suas características funcionais e aceitação sensorial. A aplicação mais comum é em produtos de panificação, pela substituição da farinha do resíduo pela de trigo.

## **Cookies**

Diversos trabalhos abordaram a utilização em *cookies*. Perin e Scotth (2011) elaboraram cookies com 5, 10 e 15% de farinha do bagaço de uva em substituição à farinha de trigo e analisaram os compostos polifenólicos totais, a atividade antioxidante e as antocianinas totais, no bagaço, na farinha e na amostra de *cookie* com maior aceitação sensorial, ou seja, que apresentou maiores médias. A amostra com 10% de farinha de uva teve maior aceitação nos atributos cor, sabor, textura, impressão global e intenção de compra, diferindo estatisticamente das amostras com 5 e 15%.

Após análise de polifenóis totais, antocianinas e antioxidante, foi constatado que o bagaço da uva apresentou maior teor desses compostos, quando comparado com farinha e o *cookie*. A redução destes compostos era esperada, já que tanto a farinha quanto o *cookie* passaram por processos com alta temperatura, por um tempo considerável, que consequentemente levou o produto a sofrer alterações conforme demonstrado na Tabela 1 (8).

**Tabela 1** - Conteúdo de polifenóis totais, antocianinas totais, e atividade antioxidante do bagaço, farinha e *cookie* com 10% de farinha do bagaço.

Parâmetros	Amostras		
	Bagaço	Farinha	Cookie
<b>Polifenóis totais (mg de ácido gálico/100mL -1de extrato)</b>	56,18±0,36	49,94±0,00	12,07±0,56
<b>Antocianinas (mg de cianidiana 3-glicosídeo.100mL-1 de extrato)</b>	560,38±16,39	202,11±75,85	172,66±15,69
<b>Atividade antioxidante (µmol de trolox mL-1 de extrato)</b>	12,04±0,01	8,75±0,32	6,74±0,02

Fonte: PERIN *et al.* (2011).

Apesar da diminuição, os compostos bioativos foram encontrados no biscoito, demonstrando a possibilidade de utilização dessa matéria prima, proporcionando um alimento com características favoráveis a saúde (8).

Abreu (2018) também utilizou farinha de bagaço de uva no biscoito tipo *cookie*, e avaliou a influência da farinha e de outras variáveis, como a sacarose e o tipo de gordura, na



aceitação sensorial do produto. através de da aplicação de metodologia de superfície de resposta. O produto novamente indicou funcionalidade, com elevado teor de fibra, compostos fenólicos e atividades antioxidantes. A análise sensorial realizada mostrou que o *cookie* teve novamente boa aceitação sensorial, apresentando médias superiores à 8,5 para aparência, e resultados semelhantes para os demais atributos avaliados que incluem o aroma, esabor, textura e impressão global. (9).

Assim como Perin e Scotth (2011), Tonon (2019) avaliou a elaboração de *cookies* com farinha de uva e óleo de semente de uva nas concentrações de 5, 10 e 15%, ambos obtidos do bagaço de uva e após avaliação sensorial de aceitação utilizando escala hedônica de 9 pontos, onde as formulações desenvolvidas foram aceitas em todos os atributos avaliados , ficando com notas médias entre a escala 7-gostei moderadamente e 8- gostei muito, somente a textura ficou em ter 6- gostei ligeiramente e 7- gostei moderadamente, reafirmando a viabilidade de aplicação do bagaço de uva em produtos de panificação (8, 10).

### **Bolo e pré-misturas para bolo**

Foi realizado um estudo para aplicabilidade da farinha de bagaço de uva na elaboração de pré-misturas para bolos. As pré-misturas foram preparadas com quatro formulações, realizando substituições com 0 (amostra controle), 15, 30 e 45% de farinha do bagaço de uva na farinha de trigo. Na sequência foram elaborados bolos a partir das formulações da pré-misturas e realizada análise sensorial, onde foram avaliados os atributos cor, aroma, sabor, textura e aparência (11).

Na amostra controle e com 30 e 45% da farinha do bagaço de uva a média dos atributos sensoriais variaram entre 4 e 6, ficando entre os termos indiferente e gostei muito, não apresentando diferença estatística para os atributos avaliados, mostrando que a farinha não interferiu na aceitação do produto. No entanto, a formulação contendo 15% apresentou menores valores nos atributos cor e aparência, com médias 3,75 e 3,95, respectivamente, sendo estes os únicos que mostram diferença entre todas as formulações.

A amostra com maior porcentagem de farinha foi selecionada para realizar as análises dos compostos fenólicos. Essas análises foram realizadas na pré-mistura e no bolo. Os resultados mostraram valores consideráveis de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, taninos e atividade antioxidante, isso em relação a amostra controle. Sendo assim, a



pré-mistura para bolo mostrou ser uma opção de um novo produto com potencial funcional (11).

Bolos elaborados com 4, 6, 8 e 10% de farinha de bagaço de uva em substituição a farinha de trigo apresentaram aumento no teor de cinzas, lipídeos, proteínas e fibras e também na atividade antioxidante. No entanto, a amostra com 4% apresentou melhores características tecnológicas e qualidade sensorial (12).

### **Snacks extrusados**

Snacks extrusados foram formulados com 9% e 18% de farinha de casca de uva em substituição à farinha de milho, caracterizando respectivamente 5% e 10% de fibra. A primeira formulação apresentou melhores resultados sensoriais, médias maiores ou iguais a 7, na escala hêdonica (9= gostei muito; 1= desgostei muito), em relação aos atributos avaliados: cor, aroma e textura, quando comparados com a amostra controle. O produto apresentou resultados satisfatórios, embora o autor não tenha realizado análise dos compostos bioativos no snacks, mas a presença destes compostos na farinha é um indicativo de potencial funcionalidade, sendo necessário estudos complementares (13).

### **Pães**

Šporin *et al.* (2017) enriqueceram o pão de trigo com farinha de bagaço de uva nas seguintes proporções 6%, 10% e 15%, foram utilizadas duas cultivares diferentes de uva, Merlot e Zelen. O pão preparado com maior adição de farinha de bagaço de uva obteve um aumento nos teores de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, sendo os maiores teores encontrados 5,92 mg e 3,65 mg equivalentes de ácido gálico (GAE)/g, respectivamente das variedades Merlot e Zelen. A adição de farinha de bagaço de uva afetou negativamente o volume do pão, a firmeza, a cor do miolo e da crosta, e a intensidade do odor e sabor. Além disso, a adição de farinha de bagaço de uva resultou em uma textura de miolo mais pegajosa e menos elástica, e algumas propriedades sensoriais negativas, como aumento da intensidade do retrogosto (sabor deixado na boca após a ingestão completa do alimento) e sensação de areia na boca. Embora a utilização da farinha de bagaço de uva tenha afetado algumas propriedades reológicas e sensoriais do produto, do ponto de vista funcional a adição de farinha de bagaço de uva afetou positivamente o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante, demonstrando que existe potencial para melhoria de funcionalidade do produto correlacionada à adição deste ingrediente (14).





No entanto, o trabalho realizado por de Nunes (2019) na elaboração de pão com a farinha de bagaço de uva, apresentou boa aceitação dos consumidores. Foi realizada análise sensorial utilizando escala hedônica (9= gostei muito; 1= desgostei muito) e a maioria das respostas foram superiores a 7, demonstrando que os pães tiveram boa aceitação sensorial, além de contribuir nutricionalmente na alimentação, pois apresentaram maior teor de fibras (15).

### **Muffim**

Bender (2015) elaborou muffins com farinha de casca de uva (5, 7,5 e 10%) e verificou o aumento de fibra alimentar. A adição da farinha não alterou as características sensoriais do produto, que obteve boa aceitação sensorial com médias maiores que 5, na escala de hedônica de 7 pontos, para todos os atributos avaliados, além de possuir compostos funcionais (16).

Ortega-Heras *et al.* (2019) utilizou bagaço de uva (10% e 20%) na fabricação de muffins integrais. A amostra controle foi elaborada com 100% de farinha integral. A mistura da farinha do bagaço novamente elevou o teor de fibras e também apresentou boa aceitação sensorial (17).

### **Macarrão**

Para a produção do macarrão grano duro fortificado fez-se a substituição de semolina por 5 e 10% de farinha de bagaço de uva com relação à amostra controle. Foram avaliados o conteúdo de polifenóis, a atividade antioxidante e os atributos sensoriais relacionados à aparência, aroma e textura (18).

O teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante no macarrão fortificado foi estatisticamente maior quando comparado a amostra controle. Sendo que após o cozimento ocorreu a diminuição de 24 a 30% na atividade antioxidante e nos fenólicos totais, nas amostras com 5 e 10% respectivamente, o que pode ser atribuído a degradação durante o cozimento (18).

O aroma do vinho, do ácido, o sabor ácido, a adstringência e a granulação, foram percebidos significativamente, na amostra com 10% de bagaço. A cor da massa também apresentou percepção significativa pelos provadores, independentemente da concentração de bagaço utilizada (18).



### **Iogurte caprino probiótico**

Foram elaboradas três formulações, sendo a primeira de iogurte caprino sem adição de produtos de uva, a segunda com um preparado de uvas (uvas in natura foram acrescidas de sacarose para o preparado controle ou agave e xilitol para preparado com agave e xilitol) e a terceira com o preparado mais a farinha do resíduo (cascas e sementes) remanescentes do processamento do preparado. Na aceitação sensorial foram avaliados à intensidade da cor, aroma caprino, aroma de uva, consistência, textura, doçura, acidez e sabor de uva (19).

Os atributos avaliados estavam perto do ideal em todas as formulações, exceto a doçura no iogurte controle que foi percebida como abaixo do ideal. Contudo, percebeu-se que a adição dos produtos de uva nos iogurtes resultou em uma maior percepção de doçura e diminuiu a percepção de acidez e aroma caprino (19).

Em comparação a amostra controle, os preparados e as farinhas apresentaram maiores valores de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Dentre os compostos quantificados, destaca-se o teor de catequina (0,45 – 1,25 mg/100 g), ácido caftárico (1,20 – 1,80 mg/100 g) e malvidina-3-glicosídeo (0,31 – 0,55 mg/100 g), com as maiores concentrações encontradas na formulação do preparado mais a farinha. Favorecendo, dessa forma, seu potencial como ingrediente funcional no iogurte. A incorporação dos produtos de uva ao iogurte caprino probiótico resultou em um novo produto potencialmente funcional com propriedades benéficas à saúde (19).

### **Hambúrguer**

Urquiaga *et al.* (2018) realizou um estudo de hambúrgueres com carne bovina preparados com farinha de bagaço de uva e avaliou se o consumo dessa farinha poderia afetar os parâmetros bioquímicos do sangue, incluindo biomarcadores de estresse oxidativo. Com isso, realizou um estudo clínico controlado, durante três meses, com voluntários do sexo masculino, sendo que eles tinham alguns fatores de risco, como hipertensão, diabetes entre outros (20).

No primeiro mês os voluntários consumiram diariamente o hambúrguer de carne complementado com 7% de farinha de bagaço de uva, contendo 3,5% de fibra e 1,2 mg de equivalentes gálicos (GE)/g de polifenóis. No segundo mês não consumiram o hambúrguer. No terceiro mês consumiram diariamente o hambúrguer controle. Durante esse processo foram avaliados os componentes da síndrome metabólica, como níveis plasmáticos de



antioxidantes, ou seja, a capacidade de eliminação do radical e marcadores de dano oxidativo, como produtos de proteína de oxidação avançada (AOPPs), lipoproteínas de baixa densidade oxidadas (oxLDLs) (20).

O consumo de hambúrguer bovino com farinha de bagaço de uva reduziu consideravelmente a glicemia e resistência à insulina. Diminuiu significativamente os níveis de proteína de oxidação avançada (AOPPs) e lipoproteínas de baixa densidade oxidadas (oxLDLs) (20).

Os resultados mostraram que esse ingrediente funcional tem potencial nutricional, pois aumentou o teor de fibra e a atividade antioxidante, o que contribui para a prevenção, diminuindo os riscos de doenças crônicas, como diabetes mellitus e doenças cardiovasculares (20).

Cilli (2008) elaborou hambúrguer de salmão com a farinha de bagaço uva. As análises físico-químicas demonstraram um alto teor de fibras e redução no teor de lipídeos. O produto apresentou presença de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Além disso, também teve altos índices de aceitação sensorial (notas sensoriais maior que 6 para todos os atributos avaliados) (21).

## **Conclusão**

A maioria dos produtos apresentou boa aceitação sensorial e também houve a manutenção de características tecnológicas. Verificou-se que as porcentagens de farinha utilizadas e os parâmetros de processamento, destacando a temperatura, podem interferir tanto nas propriedades funcionais quanto na aceitação. A utilização de farinha de uva tem demonstrado potencial de aplicabilidade para a produção de produtos funcionais, sendo um ponto crucial a determinação da formulação e parâmetros de processo adequados para cada produto. Conclui-se que esses coprodutos são fonte de compostos bioativos, capazes de agregar valor aos produtos e contribuir para uma dieta mais saudável.

## **Referências Bibliográficas**

1. CNA. **PIB do agronegócio tem crescimento recorde de 24,31% em 2020.** Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-tem-crescimento-recorde-de-24-31-em-2020>. Acesso em: 07 de setembro, 2021.



2. IBGE. **Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 09 de setembro, 2021.
3. BRANDÃO, M.M.M.L.P *et al.* Reaproveitamento De Resíduos Da Agroindústria Da Uva. In: **17º Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas, Minas Gerais, 2020.
4. SOUZA, M. G. **Utilização De Subprodutos De Uva: Revisão Bibliográfica**. 2017. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO), Rio de Janeiro, 2017. p. 73.
5. AIRES, M. V. L.; MODESTO, R. M. G.; SANTOS, J. S. **Os benefícios da uva na saúde humana: uma revisão**. Research, Society and Development, v. 10, n. 14, e281101421825, 2021.
6. RIGHI, E.; VARIANI, C.; BITENCOURT, B. M. Análise da produção industrial e dos resíduos em uma vinícola na Serra Gaúcha, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 15, p. 319-340, 2020.
7. COSTA FILHO, D. V. *et al.* Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. In: **II Congresso Internacional Das Ciências Agrárias COINTER – PDVAGRO 2017**. João Pessoa, 2017.
8. PERIN, E. C.; SCHOTT, I. B. **Utilização de farinha extraída de resíduos de uva na elaboração de biscoito tipo cookie**. 2011. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2011. p. 62.
9. ABREU, J. P. D. **Efeitos da adição de farinha de casca de uva orgânica (*Vitis labrusca*) sobre as características físicas, químicas e sensoriais no desenvolvimento de biscoito tipo cookie com alegação funcional**. 2018. 88f. Dissertação (Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição). Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.
10. TONON, G. C. (2019). **Desenvolvimento e avaliação sensorial de cookie integral adicionado de farinha de uva e óleo de semente de uva**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
11. HUERTA, M. M. **Bagaço De Uva: Aproveitamento, Avaliação E Aplicação Em Pré Mistura Para Bolo**. 2018. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Programa de Pós-graduação Ciências e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.
12. NAKOV *et al.* Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. **LWT Food Science and Technology**, v.134, p.109950, 2020.



13. BENDER, A. B. B. *et al.* Obtention and characterization of grape skin flour and its use in an extruded snack. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, n. 10, p. 1-10, 2016.
14. ŠPORIN, M.; AVBELJ, M.; KOVAČ, B.; MOŽINA, S. S. Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. **Food Science and Technology International**, v.24, p. 251-263, 2017.
15. NUNES, A.V. **Elaboração da farinha do bagaço de uva e seu uso na fabricação de pães**. 2019. 56f. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Enologia) Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, RS, p. 56. 2019.
16. BENDER, A. B. B. **Fibra alimentar a partir de casca de uva: desenvolvimento e incorporação em bolos tipo muffins**. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, p. 132, 2015.
17. ORTEGA-HERAS, M. *et al.* Application of the just-about-right scales in the development of new healthy whole-wheat muffins by the addition of a product obtained from white and red grape pomace. **Foods**, v. 8, n. 9, p. 419, 2019.
18. TOLVE, R. *et al.* Effect of Grape Pomace Addition on the Technological, Sensory, and Nutritional Properties of Durum Wheat Pasta. **Foods**, 9, p.354, 2020.
19. SILVA, F. A. **Desenvolvimento de iogurte caprino probiótico adicionado de derivados de uva isabel: propriedades nutricionais, tecnológicas e de funcionalidade**. 2020. 143f. Tese (Doutorado em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. p. 143.
20. URQUIAGA, I. *et al.* The Consumption of Beef Burgers Prepared with Wine Grape Pomace Flour Improves Fasting Glucose, Plasma Antioxidant Levels, and Oxidative Damage Markers in Humans: A Controlled Trial. **Nutrients**, v.10, p.1388, 2018.
21. CILLI, L.P. D. L. **Estabilidade oxidativa de hambúrguer de salmão enriquecido com fibra utilizando farinha de uva e aveia**. 2018. 85f. Dissertação de mestrado (Ciências Farmacêuticas) Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas. Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, p. 85. 2018.





## **Avaliação do potencial antifúngico do óleo essencial de citronela no beneficiamento do morango: uma revisão sistemática**

**Izabella Viana Vieira\*<sup>1</sup>; Willian Melgaço Vasconcelos<sup>1</sup>;  
João Vinícios Wirbitzki da Silveira<sup>2</sup>**

**Resumo:** A citronela é uma planta medicinal com efeitos repelentes para insetos, antifúngica, antibacteriana, utilizada na confecção de cosméticos e como aromatizador de ambientes. As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por vários fungos filamentosos, a literatura mostra que os principais fungos que atacam os morangos pós-colheita são: *Colletotrichum acutatum*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinera*. Apesar das emulsões contendo óleo essencial de citronela apresentarem uma alternativa promissora aos conservantes químicos, eles apresentam uma preocupação quando adicionados diretamente ao alimento devido ao forte odor e alta volatilidade. Testes com embalagens inteligentes produzidas com emulsões de óleo essencial de citronela se mostraram promissores diante da liberação controlada do óleo, com concentração inibitória da emulsão igual a  $0,16 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Estudos mostram que o tratamento de *P. digitatum* com citronelal levou a uma inibição significativa da biossíntese ergosterol e danos à membrana celular. Há comprovação da sensibilidade do gênero fúngico *Aspergillus* e outros em relação ao óleo essencial de citronela.

**Palavras-chave:** *Cymbopogon nardus*. Antifúngica. Embalagens. Citronelal. Ergosterol

### **1 Introdução**

A citronela, também conhecida cientificamente como *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle ou *Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor, é uma planta medicinal com efeitos repelentes para insetos, antifúngica, antibacteriana, utilizada na confecção de cosméticos e como aromatizador de ambientes. Essas plantas são originárias da Índia. Na Indonésia são usadas como chás: calmante e digestivo, e no Brasil são utilizadas como sedativos na

---

<sup>1</sup>Discente do curso de Engenharia Química, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM.

<sup>2</sup>Docente do curso de Engenharia Química, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM.

\*E-mail para a correspondência: izabella.vieira@ufvjm.edu.br



medicina popular. Pode-se comprar seu óleo essencial para obter suas propriedades de forma mais potente e prática (BARBOSA, 2011)

Os óleos essenciais (OEs) são substâncias voláteis naturais, constituídos por diversos metabólitos secundários produzidos nas plantas, como mecanismos de ataque a insetos, microorganismos e competição por nutrientes. A composição do óleo de citronela, em geral, são misturas de citronelal (27,62%), geraniol (16,63%), elemol (14,78%) e  $\beta$ -citronelol (13,87%) (BORGES *et al.*, 2021). Os grupos funcionais presentes nos OEs possuem caráter hidrofóbico acarretando no efeito antimicrobiano, pois facilitam a penetração desses compostos ao interior da célula através membrana bacteriana, causando a atividade inibitória (VIANNA *et al.*, 2021). Seu caráter hidrofóbico também afeta a síntese de ergosterol na parede celular dos fungos, que é responsável por manter a fluidez da membrana plasmática, e além de ser útil para a biogênese de diferentes enzimas. Os OEs se destacam no controle de diferentes pragas de grande importância econômica, apresentando-se como uma importante ferramenta de controle (QUINDELER, 2022).

A propagação de fungos são comuns em cultivos do morango, porém, causam perdas nas fases: plantio, armazenamento e comercialização dos frutos. Espécies como *Colletotrichum acutatum*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinera*, reduzem a vida útil de prateleira, diminuem a produção, desqualificam as frutas e aumentam os custos de produção (CLOYD, 2015).

O município de Datas, localizado na microrregião do norte de Minas Gerais, se encontra próximo a Diamantina, é um exemplo já consolidado de como o morango pode contribuir para a diversificação da produção regional e o aumento da renda das famílias rurais. Como exemplificação do movimento econômico, para a região, cita-se a questão da agricultura familiar que consiste numa fonte de emprego e renda para famílias inteiras nas regiões produtoras.

O objetivo deste estudo consiste em apontar concentrações inibitórias antifúngicas do óleo essencial de citronela mediante a cultura no morango. A partir das concentrações inibitórias estabelecidas, embalagens inteligentes envoltas destas concentrações se destacariam como inovação.



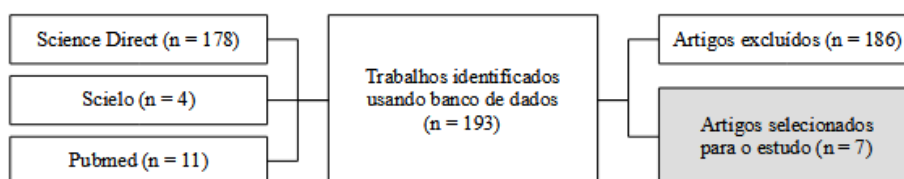
## 2 Metodologia

Em abril de 2022, foi realizada a busca eletrônica nas bases de dados *Science Direct*, Pubmed e biblioteca virtual Scielo para o levantamento de informações de estudos de aplicação do óleo essencial de *Cymbopogon nardus*, como antifúngico das principais pragas que afetam o morango pós-colheita. Com a finalidade de delimitar o campo de investigação, optou-se por artigos publicados entre os anos de 2012 a 2022, em periódicos em português e inglês. Inicialmente pensou-se em utilizar a combinação binária: *Cymbopogon nardus* como descritor, porém como existem outros gêneros científicos, optou-se apenas pelo epíteto específico, dessa forma os descritores de assuntos foram *nardus* e *antifungal*. A pesquisa foi realizada em inglês, dessa forma o conector “and” foi utilizado nas duas únicas probabilidades que a combinação dos descritores permitiam. Após a reunião de dados e retirada de duplicatas entre os sites pesquisados, os estudos incluídos na revisão sistemática tiveram seus dados extraídos. Os artigos passaram por uma triagem inicial a partir da leitura do título e resumo e, então, as informações restantes foram lidas na íntegra. Sabe-se que o óleo essencial de citronela tem uma ampla aplicação, dessa forma, com objetivo de delimitação de assunto, os critérios de exclusão dos artigos desta revisão foram os que apresentaram as seguintes informações: aplicação antifúngica que não incluía os fungos selecionados para estudo (*Colletotrichum acutatum*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinera*); utilização em cosméticos; uso como medicação animal; saúde bucal; ação como terapia anti-inflamatória.

## 3 Discussão dos resultados

Para a revisão sistemática foram encontrados 193 artigos usando descritores, sendo 178 artigos foram obtidos no site da *Science Direct*, 4 na Scielo e 11 na Pubmed. Foram retirados assuntos que fugiram do objetivo principal, como também referências cruzadas redundantes, demonstrado na Figura 1. Após a triagem, foram selecionados 7 artigos.

Figura 1 – Fluxograma da seleção dos artigos selecionados para o estudo.



Fonte: Dos autores, 2022.

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por vários fungos filamentosos, como a *Colletotrichum acutatum*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinera* e outros. Assim como estas espécies, outros organismos do reino Fungi atacam os morangos (CLOYD, 2015). Os artigos selecionados visam a aplicabilidade do OEC em diversos fungos, sendo eles 3 dos 5 que encurtam a utilização pós-colheita (Quadro 1).

Quadro 1 – Relação de fungos tratados com óleo essencial de citronela referenciados

REFERÊNCIA	FUNGO
PRASAD <i>et al.</i> , 2022	<i>Aspergillus sp</i>
BILLERBECK <i>et al.</i> , 2021	<i>Aspergillus niger</i>
HU <i>et al.</i> , 2019	<i>Aspergillus niger</i>
AGUIAR <i>et al.</i> , 2014	<i>Aspergillus sp e Colletotrichum musae</i>
COFELICE <i>et al.</i> , 2019	<i>Rhizopus sp, Penicillium expansum e Aspergillus niger</i>
Ji <i>et al.</i> , 2018	<i>Penicillium corylophilum</i>

Fonte: Dos autores, 2022

Em estudo de Hu *et al.* (2019) a partir de ensaio por difusão em ágar contra três fungos: *A. niger*, *A. oryzae* e *A. ochraceus*, mostrou que OEs foram dissolvidos em 0,1% de Tween 80 para obter diferentes concentrações (entre 6,25 e 800 mg·mL<sup>-1</sup>). Os OEs foram filtrados, em seguida, 100 µL de cada suspensão fúngica foi espalhada em meio de placa BDA e impregnada com 10 µL de cada OEs. O óleo essencial de citronela apresentou propriedades antifúngicas cuja concentração mínima de inibição (CIM) foi de 2 mg·mL<sup>-1</sup>.



Outros valores de CIM foram estabelecidos realizando o método de diluição dupla. Em Aguiar et al. (2014), as soluções foram diluídas em série com Agar Batata Dextrose (BDA) em água até a concentração final de *C. citriodora* e *C. nardus* (entre 0,5 e 500 ppm) e citronelal (entre 0,5 e 250 ppm), que variou de 100 a 200 ppm para o OEC e 25 a 50 mg·mL<sup>-1</sup> para citronelal (apenas um constituinte). O ensaio de contato mostrou inibição do crescimento das três espécies fúngicas: *Pyricularia (Magnaporthe) grisea*, *Aspergillus sp.* e *Colletotrichum musae*. No entanto, uma concentração de 1,47 mg·mL<sup>-1</sup> apenas reduziu a inibição do crescimento de *Aspergillus* para 90% em 14 dias de exposição. Para o ensaio fumigante, 0,05, 0,11 e 0,23 mg·mL<sup>-1</sup> de óleos essenciais e citronelal afetaram drasticamente o crescimento de *P. grisea*, *Aspergillus sp.* e *C. musae*. Para o citronelal, demonstram que as espécies fúngicas *Aspergillus sp.* e *C. musae* são suscetíveis ao composto, com concentração igual a 0,47 mg·mL<sup>-1</sup> (AGUIAR, 2014).

Em Cofelice et al. (2021), foram caracterizadas formulações de alginato a 1%, enriquecidas com as diferentes concentrações de óleo essencial e estabilizadas com Tween 80 (1% p/p). Em detalhe, os testes de rotação aqui relatados são realizados em formulações com concentrações de OEC eficazes para uma inibição razoável de mofo causados pelos fungos *Penicillium expansus*, *Aspergillus niger* e *Rhizopus sp.* (ou seja, 1, 1,5 e 2%) caracterizados por valores de tamanho de partícula de 434 nm, 509 nm e 608 nm para 1, 1,5 e 2% de óleo essencial, respectivamente. Após três dias de incubação, todos os fungos foram inibidos por formulações com concentrações de OEC acima de 1%. Concentrações abaixo de 0,7% não inibiram nenhum mofo.

Outra técnica que mostra resultados contra fungos, segundo Ji et al. (2019) é o uso de vapores de OEs nas concentrações inibitórias (entre 0,0390 e 0,6250 µL·mL<sup>-1</sup>) de alho, canela, *may chang* (pimenta da montanha), citronela. Nestas concentrações, houve redução da atividade antifúngica e o OEC apresentou propriedades fortes contra o *Penicillium corylophilum*. Mesmo que o OEC tenha se mostrado uma possível alternativa para os conservantes químicos, ele apresenta algumas preocupações quando adicionados em alimentos, devido à sua baixa solubilidade em água, alta volatilidade e forte odor que os dificultam para aplicações alimentícias. A pulverização da emulsão contendo OEC afeta negativamente as características sensoriais do morango.





Observações microscópicas foram realizadas em BILLERBECK *et al.* (2021), para determinar as modificações estruturais da hifa de *A. niger* após o tratamento com OEC. A principal mudança observada pela microscopia eletrônica de transmissão dizia respeito ao diâmetro da parede da hifa, que parecia marcadamente mais fina. Essas modificações na estrutura citológica podem ser causadas pela interferência do óleo essencial com as enzimas responsáveis pela síntese da parede que perturbam o crescimento normal. O OEC a  $400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  causou inibição de crescimento de 80% após 4 dias de incubação.

Citronelal é um composto antifúngico promissor com bons efeitos inibitórios em *P. digitatum* tanto *in vitro* quanto *in vivo*. Nos resultados obtidos por OUYANG *et al.* (2021), mostram que o tratamento de *P. digitatum* com citronelal levou a uma inibição significativa da biossíntese ergosterol e danos à membrana celular. O Ergosterol é o componente esteroide mais abundante e principal das membranas fúngicas, suas principais atividades são a regulação da permeabilidade e fluidez da membrana, e controle do ciclo celular.

A impregnação de OEC em filmes poliméricos surge como uma alternativa à questão levantada. Em Prasad *et al.*, (2022) pesquisas com filmes de quitosana embebido em nanoemulsões de OEC foram desenvolvidas e mostraram que caso haja uma impregnação bem-sucedida, ocorre uma liberação controlada do óleo, sendo a concentração inibitória da emulsão igual a  $0,16 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ , portanto há comprovação da sensibilidade do gênero *Aspergillus* em relação ao OEC. Além disso, a não toxicidade em mamíferos, fortalece a aplicação de nanoemulsões como conservante inteligente e seguro no lugar de conservantes sintéticos, que afetam adversamente as indústrias de alimentos, agricultura e farmacêutica.

#### **4 Conclusão**

Portanto, conforme os resultados obtidos neste estudo de 7 artigos publicados entre os anos de 2012 a 2022, encontramos possíveis alternativas para o uso de agrotóxico utilizando o OEC. Diversas metodologias foram utilizadas visando o controle fúngico e modificações estruturais nos fungos, como: aplicação de vapores de OEC, preparo de filmes, fumigação e plaqueamento. Cada técnica apresentou concentrações inibitórias diferentes. Assim como filmes preparados com  $0,16 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$  de OEC, vapores e placas de Petri com



concentrações de óleo essencial de citronela na ordem de  $2 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  de solução também tiveram inibição comprovada. Outros estudos mostram que o tratamento de *P. digitatum* com citronelal levou a uma inibição significativa da biossíntese ergosterol e danos à membrana celular. Portanto, levando em consideração uma atitude verde aplicada às embalagens, o desenvolvimento de filmes poliméricos impregnados com OEC surge como uma maneira sustentável de controle de fungos associados ao morango.

## 5 Referências Bibliográficas

AGUIAR R.W. S. *et al.* Fumigant antifungal activity of corymbia citriodora and Cymbopogon nardus essential oils and citronellal against three fungal species. **The Scientific World Journal**, v. 2014, article ID 492138, 2014. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/492138/>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

BARBOSA D. B. M. **Estudo da atividade antifúngica da associação do óleo essencial de *Cymbopogon Winterianus Jowitz* (Citronela) com antifúngicos sintéticos sobre espécies de *Aspergillus***. 2011. 93 f. Tese (Doutorado em Odontologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/6632>>. Acesso em: 30 abr.2022.

BILLERBECK, V. G. *et al.* Effects of Cymbopogon nardus (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*. **Pubmed**, 2021. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15049444/>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

BORGES A. D. C. *et al.* Avaliação da composição química e atividade larvicida do óleo essencial de Cymbopogon nardus no controle de *Aedes aegypti* na Amazônia sul-ocidental. **HOLOS**, v. 5, p. 1, 2021. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9989>>. Acesso em: 1 mai. 2022.

CARVALHO, S. P. Histórico, importância socioeconômica e zoneamento da produção no estado de Minas Gerais. In: Carvalho S.P. (Coord). **Boletim do Morango: cultivo**



**convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico.** Belo Horizonte, FAEMG 2006. p 9-14, 2006. Disponível em: <<https://www.worldcat.org/title/boletim-do-morango-cultivo-convencional-seguranca-alimentar-cultivo-organico/oclc/163109737>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

CLOYD, R. A.; ZABORSKI, E. R. Mosquitos de fungo, *Bradysia* spp. (Diptera: Sciaridae), e outros artrópodes em meios de cultivo sem solo ensacados comerciais e tampões de plantas enraizadas. **Journal Economic Entomology**, v. 97, p. 503-510, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1603/0022-0493-97.2.503>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

COFELICE M. *et al.* Alginate-assisted lemongrass (*Cymbopogon nardus*) Essential Oil Dispersions for Antifungal Activity. **Foods**, v. 2, p.10, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/foods10071528>>. Acesso em: 14 abr. 2021.

HU F. *et al.* Comparison of antifungal activity of essential oils from different plants against three fungi. **Food and Chemical Toxicology**, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110821>>. Acesso em: 14 abr. 2022.

JI H. *et al.* Synergistic antimicrobial activities of essential oil vapours against *Penicillium corylophilum* on a laboratory medium and beef jerky. **International Journal of Food Microbiology**, n. 291, p. 104–110, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.11.023>>. Acesso em: 14 abr. 2022.

OUYANG Q. *et al.* Citronellal exerts its antifungal activity by targeting ergosterol biosynthesis in *Penicillium digitatum*. **Journal of Fungi**, 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.3390/jof7060432>>. Acesso em: 23 abr. 2022.

PRASAD J. D. S, *et al.* Synthesis, characterization and in situ bioefficacy evaluation of *Cymbopogon nardus* essential oil impregnated chitosan nanoemulsion against fungal infestation and aflatoxin B1 contamination in food system. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 205, p. 240, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.02.060>>. Acesso em: 20 abr. 2022.



QUINDELER, K. R.; SANTOS, T. C. Óleos essenciais no controle de *Spodoptera eridania* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE e *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDEA). 2022. 69 f. Trabalho de conclusão de curso (Ciências exatas e da terra) - **Instituto Federal do Espírito Santo**, Campus Vila Velha, Vila Velha, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1670>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

VIANNA T. C. *et al.* Essential oils as additives in active starch-based food packaging films: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 182, p. 1803, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.05.170>>. Acesso em: 20 abr. 2022.



## **Elaboração de embalagens biodegradáveis ativas a partir de resíduos agrícolas para aplicação em alimentos processados**

**Thaís Araújo Canuto<sup>1</sup>; Franciele Maria Pelissari<sup>2</sup>**

**Resumo:** A reciclagem de embalagens têm sido um dos fatores de maior preocupação por parte da população mundial, tendo em vista o crescente volume de utilização e as implicações ambientais inerentes ao seu descarte não racional pós-consumo. Diversas alternativas têm sido buscadas para minimizar o impacto ambiental causado pelos polímeros convencionais, sendo uma delas o uso de polímeros biodegradáveis. Outra grande dificuldade enfrentada é o alto desperdício de resíduos da indústria alimentícia como, cascas, talos e sementes. Esses resíduos são ricos em antioxidantes, flavonoides, conservantes, corantes e outros compostos de interesse. Visando solucionar os problemas acima mencionados e aproveitar os benefícios e a abundância dos resíduos agrícolas, torna-se interessante a produção de embalagens biodegradáveis ativas, com características antioxidantes para aplicação em alimentos processados, a fim de reduzir ou extinguir o uso de aditivos sintéticos incorporados no próprio alimento. Uma embalagem ativa tem como princípio, interagir efetivamente com o alimento, com o propósito de proteger suas propriedades sensoriais e prolongar sua vida de prateleira.

**Palavras-chave:** Biopolímeros. Embalagem ativa. Atividade antioxidante. Aproveitamento de resíduos.

### **Introdução**

O crescente acúmulo de lixo, associado às dificuldades de reciclagem da maioria das embalagens disponíveis, são um dos grandes problemas ambientais que o mundo enfrenta nos dias atuais. A partir do crescimento da produção de alimentos há um aumento no volume de resíduos (cascas, talos e sementes) produzidos pela agroindústria. Apesar dos resíduos apresentarem inúmeras características benéficas como, propriedades antioxidantes, nutricionais e medicinais, sem o correto descarte podem se tornar

---

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, PPGCTA, ICT, UFVJM. E-mail: canutoathais@gmail.com

<sup>2</sup>Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: franciele.pelissari@ict.ufvjm.edu.br





contaminantes ambientais. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), estimou em 2021, que a produção mundial de resíduos agroindustriais atinja 1,3 bilhão de toneladas por ano, sendo que, 1/3 dos alimentos potencialmente destinados ao consumo humano são desperdiçados (1). Sendo assim, quantidades significativas de resíduos agroindustriais são descartadas pelas indústrias. O aproveitamento desses resíduos torna-se fundamental de maneira a minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto no ambiente.

A fim de reduzir a quantidade de embalagens sintéticas e de encontrar um destino para os resíduos agroindustriais, o presente trabalho de revisão expõe sobre a possibilidade do desenvolvimento embalagens biodegradáveis a partir de resíduos agrícolas, para posterior aplicação em alimentos processados. Os resíduos gerados pelo processamento de frutas e vegetais atualmente são as fontes mais pesquisadas quanto à obtenção de compostos antioxidantes e fibras dietéticas. As embalagens ativas elaboradas com resíduos agroindustriais e biopolímeros, além de conservar as características dos produtos revestidos, mostram-se uma solução para diminuir o impacto ambiental causado pelos polímeros sintéticos e descarte inadequado de resíduos agroindustriais.

## **Revisão Literária**

### **Embalagens biodegradáveis**

A embalagem tem um papel de extrema importância para os alimentos, pois ela os acondiciona e protege. A partir de uma embalagem adequada é possível além de só proteger e envolver o alimento, aumentar seu prazo de validade e conservar por mais tempo suas características sem a necessidade da adição de conservantes químicos (2). Além das funções acima citadas, as embalagens também desempenham um papel importante na cadeia de produção até o consumidor final, facilitando o manuseio, transporte e logística, fornecendo informações nutricionais, de alergênicos, ingredientes, modo de uso, validade entre outras (3).

É sabido que a principal função das embalagens alimentícias é proteger os alimentos contra as deteriorações químicas, físicas e microbiológicas, assegurando manter suas características por um período de tempo mais longo após sua produção (4).

Segundo a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE) o valor bruto da produção física do setor de embalagens, em 2020, atingiu o montante de R\$ 92,9 bilhões, representando um aumento de 22,3% em relação aos R\$ 75,9 bilhões alcançados em 2019.



Os plásticos representam a maior participação no valor de produção com 39,6% do total, seguido por papel/cartão/papelão com 31,6%, embalagens metálicas 19,9%, vidro com 4,5%, têxteis para embalagens com 3,0% e madeira com 1,4%. (1).

As embalagens de alimentos passaram por vários processos de melhoria e evolução através dos anos (5). Porém a maioria das embalagens ainda são produzidas a partir de polímeros sintéticos, de difícil decomposição. Segundo Reshmy et al. (3), as embalagens de origem petroquímica ainda são muito utilizadas devido sua alta resistência, durabilidade, facilidade de processamento e baixo custo.

Embora as vantagens citadas acerca das embalagens derivadas de polímeros sintéticos oriundos de fontes não renováveis, e com lenta decomposição serem inúmeras, essas embalagens geram uma quantidade de resíduos enorme, fazendo com que sua substituição seja fundamental para diminuir o impacto ambiental causado pelo acúmulo de lixo (6).

Os polímeros biodegradáveis aparecem como possibilidade viável para substituir os polímeros sintéticos na produção de embalagens para alimentos, visto que são de fácil degradação e podem ser produzidos a partir de subprodutos anteriormente tidos como resíduos (7). Segundo Nasreddine et al. (8), em 2019, o mercado de bioplástico cresceu 30% ao ano, dentre as justificativas para esse crescimento estão: a versatilidade dos biomateriais, qualidade e segurança alimentar, competitividade econômica e proteção ambiental.

Dentre as vantagens das embalagens biodegradáveis têm-se que podem ser comestíveis, podem conter aditivos alimentares naturais como conservantes e antioxidantes, podem fornecer nutrientes, além de serem de fácil decomposição (9).

Os principais biopolímeros utilizados em embalagens biodegradáveis são: proteínas, gomas, lipídeos e polissacarídeos (6). Dentre esses polímeros, o amido é a matéria-prima mais utilizada e explorada devido às suas características físico-químicas, custo e acessibilidade (10).

O amido está presente em cereais, tubérculos, raízes, frutas e vegetais, apresenta biodegradabilidade, boa compatibilidade, e grande disponibilidade, portanto é amplamente utilizado na produção de filmes comestíveis e embalagens de alimentos. (2). Dentre as fontes mais comuns para obtenção do amido temos: a mandioca, a batata, o milho e o arroz. O amido gera biopolímeros transparentes, com boa resistência mecânica, boa barreira ao oxigênio e dióxido de carbono que é uma característica indispensável para



embalagens de alimentos, além de apresentarem boa condutividade térmica. Os biopolímeros à base de amido são fáceis de serem processados, além de serem compatíveis com a maioria dos materiais (9).

### **Embalagens biodegradáveis ativas**

De acordo com Filipini et al. (13), uma embalagem não pode apenas proteger, conter, transportar, identificar e preservar o alimento, elas devem além disso, apresentar outras funções e finalidades. Esse é o conceito de embalagem ativa, que tem a finalidade de interagir com o alimento a fim de trazer benefícios, como, inibir crescimento microbiológico indesejado, evitar a oxidação do alimento, aumentar a vida de prateleira e garantir a segurança alimentar (14). As embalagens ativas podem ser também biodegradáveis. Visto que os biopolímeros podem receber compostos bioativos em sua composição, esses compostos podem ser antioxidantes, antimicrobianos, absorventes de algum composto específico, dentre outros.

O uso de aditivos químicos em alimentos é um assunto que gera muitas dúvidas e polêmicas entre os consumidores. Devido à diversos problemas de saúde associados, além do comportamento dos consumidores atuais, que estão interessados e procurando ler com atenção as listas de ingredientes, optando sempre por produtos mais saudáveis. Alimentos que não utilizam aditivos químicos apresentam mais credibilidade, maior aceitação e possibilidade de valor agregado. Portanto, para o mercado de embalagens de alimentos, as embalagens ativas são uma alternativa bastante interessante e viável (15).

Outros fatores a serem considerados são a biocompatibilidade, biodegradabilidade, propriedade de adesão com metais, valor acessível e ausência de toxicidade são características desse tipo de revestimento, tornando-o ainda mais interessante para aplicação em alimentos (6).

Dentre os compostos bioativos estudados, os antioxidantes e antimicrobianos são os mais explorados para aplicação em embalagens ativas. Os compostos antimicrobianos apresentam sua funcionalidade em diminuir ou inibir o crescimento de bactérias, fungos ou vírus (16). Já os antioxidantes são substâncias que inibem a ação dos radicais livres, esses compostos podem ser, vitaminas, enzimas, pigmentos naturais e outros (17).

É possível encontrar na literatura uma grande variedade desses compostos bioativos, sendo os principais representantes dos agentes antioxidantes os ácidos fenólicos, os ácidos orgânicos, os extratos de plantas e as poliaminas (18).



### **Resíduos agrícolas na produção de filmes biodegradáveis**

O processamento de frutas e hortaliças gera uma grande quantidade de resíduos, que muitas vezes são ricos em inúmeros compostos de interesse. Esses resíduos precisam ser descartados de forma adequada, sendo necessário investir no tratamento e destinação final dos resíduos (19).

A indústria de alimentos é responsável por um grande volume de resíduos, oriundos da produção e consumo dos alimentos, dentre os mais frequentemente encontrados têm-se: cascas, sementes e bagaços. Esses resíduos em sua maioria são ricos em compostos bioativos, como antioxidantes, compostos fenólicos, pigmentos, nutrientes e outros compostos de interesse, no entanto, são geralmente descartados e conseqüentemente desperdiçados (20).

A transformação desses resíduos em matéria-prima para produção de filmes biodegradáveis é uma alternativa inteligente visto que segundo Soofi et al. (21) a adição de sólidos secos, como materiais orgânicos, em matrizes poliméricas oferece vantagens em termos de sustentabilidade, além de possibilitar o desenvolvimento de polímeros com menor custo e melhores propriedades mecânicas.

### **Antioxidantes naturais em embalagens de alimentos**

Usualmente, compostos antioxidantes são adicionados na fabricação de alimentos a fim de retardar a oxidação prematura do produto. Sistemas de embalagens antioxidantes seguem o mesmo princípio, onde, agentes antioxidantes são adicionados à estrutura da embalagem como solução à aplicação direta ao alimento. Existem inúmeros compostos antioxidantes sintéticos que já são amplamente utilizados com essa finalidade, e apresentam bons resultados segundo Gabriel et al. (22), porém apresentam inúmeros malefícios a saúde, além de baixa aceitação dos consumidores devido à alta toxicidade. Devido ao cuidado com a segurança alimentar, antioxidantes naturais vêm sendo muito estudados e aplicados a fim de substituir os sintéticos.

Pesquisas recentes têm se empenhado em incorporar ativos antioxidantes naturais que não apresentem efeitos toxicológicos como, extrato de plantas e óleos essenciais em embalagens ativas para alimentos. Vários ativos já apresentaram eficácia na literatura, como, extrato de uva, extrato de amendoim, extrato da casca da maçã, óleo essencial de bergamota, citronela, cedro e diversos outros compostos (11).



## **Utilização de embalagens biodegradáveis ativas para conservação dos alimentos**

É notável a crescente preocupação do consumidor em relação aos produtos alimentícios processados. Buscando uma maior qualidade de vida, o consumidor tem optado por produtos in natura ou minimamente processados (18). Segundo Liu et al. (24), existe um volume alto de produção de frutas e hortaliça, porém as perdas destes produtos chegam a 35% do volume total, respectivamente, sendo que dessas perdas, 20% são resíduos, ou seja, caules, cascas e sementes.

As frutas e hortaliças apresentam uma grande variedade e disponibilidade, variando de acordo com a região. Porém o consumo desses produtos é limitado devido à diversos fatores, por serem produtos delicados, apresentam danos referentes ao transporte, além de serem extremamente perecíveis, alguns tipos de frutas e hortaliças duram apenas 1 dia após serem colhidas, inviabilizando assim sua distribuição (24). Como solução à perda dos alimentos in natura e minimamente processados, as embalagens adicionadas de biocompostos como, antioxidantes e antimicrobianos, vem sendo amplamente pesquisadas como estratégia para proteger e aumentar a vida útil desses produtos, além de promover sua comercialização.

Alimentos com alta sensibilidade à oxidação são produtos que requerem uma atenção da indústria, por exigirem cuidados especiais em todas as etapas de produção, dificultando o processo. Uma importante alternativa a esse problema é o uso de embalagens antioxidantes biodegradáveis, excluindo assim ou diminuindo o uso de antioxidantes sintéticos, facilitando o processo de produção, distribuição e estocagem do produto e atuando na preservação das características do alimento (15).

Na literatura é possível encontrar diversos resultados positivos de aplicação de embalagens antioxidantes biodegradáveis (18) obteve ótimas respostas antioxidantes e antimicrobianas para aplicação do extrato da raiz da cebolinha chinesa em embalagens biodegradáveis para óleo de soja.

## **Conclusão**

Baseando-se nas informações apresentadas neste trabalho de revisão bibliográfica, os resíduos agroindustriais mostram-se promissores materiais para a produção de embalagens biodegradáveis podendo proporcionar a matriz polimérica melhores características mecânicas e capacidade antioxidante devido ao alto teor de fibras e





compostos bioativos, além de terem caráter renovável e biodegradável. A utilização destes materiais em embalagens ainda se torna uma opção de destinação para os resíduos gerados pela agroindústria que quando não descartados de maneira correta podem se tornar contaminantes. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo explorar o potencial dos subprodutos gerados pela agroindústria, de forma a produzir filmes biodegradáveis antioxidantes capazes de melhorar a estabilidade de produtos alimentares, destacando-se aqueles sensíveis à oxidação.

### Referências Bibliográficas

1. FAO. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade**. Disponível em: <http://www.fao.org.br/dacatb.asp>. Acesso em: 05 de Dezembro de 2021.
2. KAKADELLIS, S. et al. Friend or foe: Stakeholder attitudes towards biodegradable plastic packaging in food waste anaerobic digestion. **Resources, Conservation & Recycling**, Guildford, v. 105529, n. 169, p. 1-10, 2021.
3. RESHMY, R. et al. Sugarcane bagasse derived nanocellulose reinforced with frankincense (*Boswellia serrata*): Physicochemical properties, biodegradability and antimicrobial effect for controlling microbial growth for food packaging. **Environmental Technology & Innovation**, v. 101335, n. 21, p. 1-10, 2020.
4. GURLER, N.; PASA, S.; TEMEL, H. Silane doped biodegradable starch-PLA bilayer films for food packaging applications: Mechanical, thermal, barrier and biodegradability properties. **Journal of The Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 49, n. 4, p. 1-11, 2021.
5. STOICA, M. et al. The financial impact of replacing plastic packaging by biodegradable biopolymers - A smart solution for the food industry. **Journal of Cleaner Production**, St. Galati, v. 124013, n. 227, p. 1-14, 2020.
6. MONTOILLE, L. et al. Study of the effect of the addition of plasticizers on the physical properties of biodegradable films based on kefir for potential application as food packaging. **Food Chemistry**, Santiago, v. 129966, n. 360, p. 1-12, 2021.
7. AOAC- ASSOC. OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington, EUA: [s.n.].
8. NASREDDINE. B, et al. Modeling of the release kinetics of phenolic acids embedded in gelatin/chitosan bioactive-packaging films: Influence of both water activity



and viscosity of the food simulant on the film structure and antioxidant activity.

**International Journal of Biological Macromolecules**, Dijon, v. 160, p. 780-794, 2020.

9. WANG, C. et al. Bioactive and functional biodegradable packaging films reinforced with nanoparticles. **Journal of Food Engineering**, Jiangsu, v. 110752, n. 312, p. 1-14, 2021.

10. SOOCH, B. S.; MANN, M. K. Nanoreinforced biodegradable gelatin based active food packaging film for the enhancement of shelf life of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.). **Food Control**, Patiala, p. 1-12, 2021

11. CAROLIN, M. Improvement of starch films for food packaging through a three-principle approach: Antioxidants, cross-linking and reinforcement. Stockholm, **Carbohydrate Polymers**, v. 250, n. 116828, p. 1, 2020.

12. GISELLA, M. R. et al. Antioxidant active packaging based on papaya edible films incorporated with *Moringa oleifera* and ascorbic acid for food preservation. **Food Hydrocolloids**, Puerto Colombia, v. 103, n. 105630, p. 10, 2020.

13. FILIPINI, G. S.; ROMANI, V. P; MARTINS, V. G. Biodegradable and active-intelligent films based on methylcellulose and jambolão (*Syzygium cumini*) skins extract for food packaging. **Food Hydrocolloids**, Rio Grande, v. 106139, n. 1, p. 1-33, 2020.

14. TONYALI, B. et al. Release kinetics of cinnamaldehyde, eugenol, and thymol from sustainable and biodegradable active packaging films. **Food Packaging and Shelf Life**, Manhattan, v. 100484, n. 24, p. 1-10, 2020.

15. JEONG, S. et al. Haracterization of multi-functional, biodegradable sodium metabisulfiteincorporated films based on polycarprolactone for active food packaging applications. **Food Packaging and Shelf Life**, Gwangju, v. 100512, n. 25, p. 1-9, 2020.

16. FILIPINI, G. S.; ROMANI, V. P; MARTINS, V. G. Biodegradable and active-intelligent films based on methylcellulose and jambolão (*Syzygium cumini*) skins extract for food packaging. **Food Hydrocolloids**, Rio Grande, v. 106139, n. 1, p. 1-33, 2020.

17. LUKIC, I.; VULIC, J.; IVANOVIC, J. Antioxidant activity of PLA/PCL films loaded with thymol and/or carvacrol using scCO<sub>2</sub> for active food packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, Belgrade, v. 100578, n. 26, p. 1-10, 05 out. 2020.

18. RIAZ, A. et al. Chitosan-based biodegradable active food packaging film containing Chinese chive (*Allium tuberosum*) root extract for food application. **International Journal of Biological Macromolecules**, Jiangsu, v. 14695, p. 1-23, 2020.



19. GLICERINA, V. et al. Efficacy of biodegradable, antimicrobial packaging on safety and quality parameters maintenance of a pear juice and rice milk-based smoothie product. **Food Control**, Cesena, v. 128, n. 108170, p. 1, 2021.
20. ABDILLAH, A. A; CHARLES. A. L, Characterization of a natural biodegradable edible film obtained from arrowroot starch and iota-carrageenan and application in food packaging. **International Journal of Biological Macromolecules**, Pingtung, v. 191, n. 2021, p. 618-626, 2021.
21. SOOFI, M. et al. Preparation of nanobiocomposite film based on lemon waste containing cellulose nanofiber and savory essential oil: A new biodegradable active packaging system. **International Journal of Biological Macromolecules**, Tabriz, v. 169, n. 101016 p. 352-361, 2021
22. GABRIEL, S. F.; VIVIANE P. R.; VILÁSIA G. M. Biodegradable and active-intelligent films based on methylcellulose and jambolão (*Syzygium cumini*) skins extract for food packaging. **Food Hydrocolloids**, Rio Grande, v. 109, n.106139, p.1, 2020.
23. AIZAT, W. M.; AHMAD-HASHIM, F. H.; JAAFAR, S. N. S. Valorization of mangosteen, “The Queen of Fruits,” and new advances in postharvest and in food and engineering applications: A review. **Journal of Advanced Research, Selangor**, v. 20, p. 61-70, 2019.
24. LIU, X. et al. Development and properties of new kojic acid and chitosan composite biodegradable films for active packaging materials. **International Journal of Biological Macromolecules**, Jiangsu, v. 14153, p. 1-22, 2019.



## Embalagens inovadoras para alimentos

Hugo José Martins Carvalho<sup>1</sup>; Leticia Aparecida de Moraes<sup>2</sup>; Ingrid Cristina Santos Amorim<sup>3</sup>; Franciele Maria Pelissari<sup>4</sup>

**Resumo:** Ao longo do tempo, a indústria de alimentos tem sofrido constantes mudanças para se adaptar às crescentes exigências dos consumidores. A demanda por produtos seguros e saudáveis, tem imposto novos requerimentos às embalagens, que devem assegurar uma conservação adequada aos produtos. As embalagens de alimentos evoluíram e se desenvolveram ao longo de milhares de anos, porém, a utilização de materiais não biodegradáveis e a dificuldade de reciclar a maioria das embalagens disponíveis aumentaram de forma considerável. Como alternativa tangível para diminuir o impacto ambiental e ecológico da produção e descarte destes materiais, surgiram novas tecnologias no setor: as embalagens biodegradáveis e as embalagens sustentáveis. Nesse contexto, o estudo e desenvolvimento de embalagens inovadoras, têm sido de fundamental importância para minimizar os danos causados ao meio ambiente pelas embalagens sintéticas e estender a vida de prateleira dos alimentos, além de ser um ramo promissor na indústria alimentícia.

**Palavras-chave:** Embalagens ativas. Embalagens *eco-friendly*. Embalagens inteligentes. Filmes biodegradáveis. Sustentabilidade.

### Introdução

O setor de embalagens se apresenta como um mercado em constante crescimento no contexto mundial. Segundo os dados mais recentes da *Smithers Packaging*, o setor foi avaliado em US\$ 914,7 bilhões em 2019, representando um aumento de 8,4% em valor desde o ano de 2015. A mudança causada pela pandemia acelerou o crescimento das vendas online, e por consequência possibilitou um aumento significativo para o segmento do delivery. No mercado das embalagens, a situação não foi tão ruim. De acordo com dados coletados pela Empapel (Associação Brasileira de Embalagens de Papel), em 2020 ocorreu um crescimento de 3,7% em comparação com o mesmo período de 2019. Segundo dados da ABRE (Associação Brasileira de Embalagem), em 2020, o valor bruto da produção física de

---

<sup>1</sup>Discente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: martins.hugo@ufvjm.edu.br

<sup>2</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: morais.leticia@ufvjm.edu.br

<sup>3</sup>Discente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: ingrid.amorim@ufvjm.edu.br

<sup>4</sup>Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: franciele.pelissari@ict.ufvjm.edu.br



embalagens apresentou o montante de R\$ 92,9 bilhões, um aumento de 22,3% em relação aos R\$ 75,9 bilhões alcançados em 2019 (1).

O crescimento mais rápido do mercado de embalagens para os próximos anos está direcionado a nações emergentes e em desenvolvimento da Ásia, África e Oriente devido ao aumento da renda real, população crescente, mudanças demográficas, urbanização crescente. Essas principais tendências juntamente com a disseminação da internet e o rápido crescimento da indústria global de comércio alimentício, resultam numa rápida expansão na demanda por produtos embalados (2,3,4)

No que concerne à segmentação do mercado global de materiais de embalagem, a representação é dada pelo papel/papelão, materiais flexíveis (quase 64% plásticos), plásticos rígidos, metais (aço/alumínio), vidro e outros (madeira, têxteis, etc.). O papel/papelão e plásticos (flexíveis e rígidos), são os materiais de embalagens que detêm a maior fatia de uso, cerca de 78%, seguidos por metais, vidro e outros (5).

Tradicionalmente, materiais de embalagem são fabricados a partir de plásticos à base de petróleo, como tereftalato de polietileno, polietileno, cloreto de polivinila, polipropileno e poliestireno. No entanto, devido a questões ambientais, tem havido interesse na busca e fabricação de materiais de embalagem a partir de componentes mais sustentáveis, como proteínas comestíveis, polissacarídeos e lipídios isolados de resíduos alimentares (4,6). As novas tecnologias no setor de embalagens surgem a partir da demanda dos consumidores e, além de garantir as funções básicas de proteger, conter e facilitar o transporte dos alimentos, proporcionam o aumento da qualidade e vida útil dos mesmos. A aplicação dessas novas tecnologias vem crescendo amplamente nos últimos anos, não só na área de pesquisa, mas também comercialmente, o que favorece o desenvolvimento e criação de novas técnicas.

## **Revisão literária**

### **Embalagens inovadoras**

Atualmente as pessoas têm buscado cada vez mais inserir em sua alimentação produtos que promovam benefícios à saúde e que ao mesmo tempo seja de fácil preparo. Dessa forma, a indústria alimentícia vem investindo em tecnologias inovadoras, relacionadas com as embalagens, que podem proporcionar uma melhor interação com os alimentos garantindo a qualidade, segurança e reduzindo os desperdícios dos mesmos (7,8).





Nesse contexto, o desenvolvimento de embalagens tem saído do papel tradicional de barreira contra-ataques físicos, químicos e microbiológicos, para embalagens que permitem melhorar as características do alimento em seus aspectos sensoriais, prolongando sua vida de prateleira, conferindo alimentos de maior qualidade e reduzindo o impacto ambiental. Assim, estão sendo desenvolvidas novas tecnologias através do uso de embalagens ativas e inteligentes.

### **Embalagens Ativas**

As embalagens ativas têm como objetivo interagir com o alimento, de forma desejável, através do uso de materiais que podem emitir, liberar, absorver ou eliminar substâncias ao alimento capazes de melhorar sua aparência, textura, aroma, aumentar sua vida de prateleira e ainda garantir sua segurança (9,10).

Existem diversas tecnologias que podem ser empregadas em embalagens ativas, dentre elas estão os absorvedores de oxigênio, etileno, umidade, emissores de sabor e odor, filmes com ações antimicrobianas, antioxidantes, antifúngicas, entre outros (11). Essas tecnologias estão descritas em detalhes a seguir.

Os absorvedores de oxigênio são responsáveis por reduzir as taxas do gás  $O_2$  e consequentemente a taxa de metabolismo de frutas e hortaliças in natura, o crescimento de microrganismos aeróbios e de reações de oxidação, promovendo um aumento na vida de prateleira dos alimentos. São utilizados sachês, rótulos, adesivos, contendo agentes como ácido ascórbico, polímeros fotossensíveis, entre outros, dentro da estrutura da embalagem (7,12).

Os absorvedores de etileno estão sendo usados com o objetivo de reduzir a concentração do etileno, gás responsável por acelerar o amadurecimento de frutas climatéricas, garantindo um maior controle do amadurecimento e firmeza do fruto. Os sistemas de eliminação de etileno são desenvolvidos na forma de sachê ou incorporados dentro da embalagem, os agentes mais utilizados são o permanganato de potássio, carvão ativado, entre outros (13).

A umidade é um dos fatores que mais interferem nos alimentos, favorecendo a proliferação de microrganismos e diminuindo a vida de prateleira. Para contornar essa situação, são utilizados absorvedores de umidade que estabelecem a umidade relativa do ar



desejada, permitindo um maior controle da estabilidade. São utilizados como agentes álcool, carboidratos, em formas de almofadas, sachês, filmes e bandejas (12).

Os emissores ou absorvedores de sabor e odor adicionam compostos ao produto embalado ou ao espaço livre da embalagem como: dióxido de carbono, etanol, antioxidantes ou conservantes, com o objetivo de remover sabores indesejáveis que podem se desenvolver nos alimentos durante o período de estocagem e garantir uma melhor aceitação sensorial (10).

As embalagens com adição de componentes antimicrobianos, tem por objetivo reduzir, inibir ou retardar o crescimento de microrganismos patogênicos em alimentos, conservando o produto por mais tempo. Podendo ser aplicado através de diferentes maneiras, como revestimentos ou invólucros. O revestimento feito através de filmes comestíveis é um método muito comum, no qual é adicionado substâncias diretamente em sua estrutura, ocorrendo a sua migração para o meio, podendo adicionar outros compostos como antioxidantes, óleos essenciais, bacteriocinas ou fungicidas, tornando os alimentos mais seguros para o consumo e conseqüentemente prolongando sua vida de prateleira (13,14,15). A Tabela 1 apresenta alguns exemplos de embalagens ativas e suas aplicações.

Tabela 1 – Exemplos de sistemas de embalagens ativas e aplicações

<b>Embalagens Ativas</b>	<b>Componentes</b>	<b>Aplicações</b>
Absorvedor de oxigênio	Ácido ascórbico, pós de ferro, polímeros fotossensíveis	Produtos cárneos, café, queijos, frutos e hortaliças, produtos de panificação
Absorvedor de etileno	Permanganato de potássio, sílica gel, carvão ativado	Frutas e hortaliças
Absorvedor de umidade	Álcool, sorbitol, propilenoglicol,	Frutas, vegetais, produtos congelados
Absorvedores e liberadores de sabor e odor	Hidróxido de potássio, hidróxido de sódio + hidróxido de cálcio, etanol	Café e produtos desidratados Pescados, carne, queijos,



---

		produtos de panificação
Antimicrobianos	Sorbatos, benzoatos, etanol, ozônio, enzimas, carboidratos, óleos essenciais	Frutas e hortaliças, carnes, pescados

---

Fonte: Adaptado de BRAGA; PERES (16).

### **Embalagens inteligentes**

As embalagens inteligentes podem ser consideradas a evolução das embalagens ativas devido aos avanços na nanotecnologia e atuais demandas do mercado (17). Elas se apresentam como diferencial, por serem sistemas que monitoram a qualidade de um alimento em tempo real e informam suas condições ao consumidor, emitindo um sinal (colorimétrico, óptico, químico, elétrico, etc.) para qualquer mudança no ambiente da embalagem e na qualidade do alimento em tempo real (18,19,20,21).

Esses sistemas de embalagem inteligente monitoram o frescor do produto, crescimento microbiano, presença de patógenos ou seus metabólitos e toxinas, e quaisquer alterações químicas e físicas, tais como pH, compostos voláteis, tempo, temperatura e umidade (22,23).

A maioria dos materiais de embalagem inteligente para alimentos integra conceitos de biossensores e indicadores em materiais de embalagem ativos. O biossensor é conceituado como um dispositivo analítico capaz de converter os sinais de entrada em um sinal de saída contínuo, sendo geralmente composto por um transdutor e um receptor, podendo ser subdivididos em duas categorias de sensores: sistemas de medição direta e indireta (24).

No mercado, os principais componentes para embalagens inteligentes são TTI (indicador de tempo-temperatura), índice de repetição, indicador de frescor, indicador de coloração, código de barras e identificação por radiofrequência (RFID). Entre esses componentes, os TTI's se destacam como componentes amplamente conhecidos, o qual podem medir mudanças nas propriedades físicas dos alimentos em resposta à temperatura e tempo. As restrições dos dispositivos TTIs estão na sua aplicação, já que só podem ser utilizados em produtos alimentícios congelados. Já os indicadores de frescor monitoram metabólitos alvo produzidos durante a deterioração dos alimentos, como nitrogênio, gás amônio (NH<sub>3</sub>) e óxido de nitrogênio em peixes, por exemplo (25,26,27).



Recentemente, dentre os diversos indicadores e sensores de frescor aplicados nos sistemas de embalagem de alimentos, a aplicação de embalagens inteligentes à base de corantes naturais e filmes biodegradáveis vem sendo vista como uma alternativa para uso em embalagens de alimentos, devido à sua baixa ou não toxicidade, biodegradabilidade, baixo custo, biodisponibilidade e propriedades renováveis. Esses corantes naturais inseridos na matriz do filme biopolimérico tendem a mudar de cor dependendo das variações das condições fisiológicas do alimento após a deterioração; indicando assim ao consumidor a qualidade do alimento embalado e sua adequação ao consumo (18,19,22,27).

Tabela 2 – Recentes estudos com embalagens inteligentes à base de corantes naturais e filmes biodegradáveis

<b>Composição da embalagem</b>	<b>Resultados</b>	<b>Referência</b>
Goma de alfarroba e extrato bruto de <i>Loropetalum chinense</i> var. <i>pétalas de rubrum</i>	Melhora das propriedades de barreira, antioxidantes e antimicrobianas. Indicou efetivamente o frescor do camarão e mudanças de cor sob diferentes condições ácido-base.	Yun et al. (28)
Extrato de casca de pitaya rico em betacianinas e betaxantinas	Apresentou alta sensibilidade ao pH (mudando da cor roxa para amarelo), resistência à oxidação e propriedades antibacterianas. Indicou efetivamente o frescor de camarões e peixes.	Ardiyansyah et al. (29)
Quitosana, álcool polivinílico e antocianinas de frutos de jambolão ( <i>Syzygium cumini</i> )	Evidenciaram mudança de cor em diferentes valores de pH. Indicou efetivamente o frescor de camarões. Monitoramento do frescor do camarão em diferentes temperaturas (-20 e 20 °C)	Merz et al. (30)
Fécula de mandioca e subproduto de mirtilo	Capacidade de mudança de cor em diferentes valores de pH em carne de frango (soluções simulantes). Monitoramento do frescor de carne de frango.	Luchese et al. (31)

Fonte: Dos autores, 2022.

### **Embalagens Sustentáveis**

Segundo a *Sustainable Packaging Coalition*, a embalagem sustentável é a embalagem que produz o impacto mais insignificante no ambiente natural. Ou seja, materiais de embalagem sustentáveis são aqueles que causam a menor quantidade de poluição em



relação à fabricação, produção, transporte e descarte ou reciclagem. Recentemente vem sendo atrelada aos conceitos de economia circular. Isso inclui estratégias para estender os ciclos de vida de produtos e embalagens e transformar valor residual em algo valioso por meio da reciclagem, tornando assim uma prioridade tanto para a indústria quanto para os consumidores (32,33,34).

Materiais de base biológica, caracterizados como derivados de fontes biológicas em vez de fontes de petróleo, são ideais para atender aos novos requisitos de sustentabilidade. Dentre os materiais para embalagem sustentáveis destacam-se os grupos de materiais à base de fibra de madeira (papel, cartolina e nanomateriais de celulose) e materiais bioplásticos, que podem ser parcialmente ou totalmente biodegradáveis (35).

Os materiais a base de fibra de madeira possuem a celulose, hemicelulose e lignina como componentes primários, e são isolados da parede celular da madeira, contribuindo para embalagens sustentáveis desde produtos 100% à base de celulose como papel e papelão que são os mais utilizados, ou menos de 1% de nanocelulose adicionada a biopolímeros para melhorar as propriedades de barreira. Os nanomateriais de celulose são fibras celulósicas processadas em dimensão de nanoescala e representam um mercado emergente, com estudos amplamente realizados nos últimos anos (36).

Os bioplásticos ou plásticos de substâncias biológicas, apresentam uma redução na emissão de carbono e melhor compostabilidade em comparação com os à base de petróleo. Podem ser agrupados em três tipos principais: os plásticos de base biológica ou parcialmente não biodegradáveis; os plásticos de base biológica e biodegradáveis; e plásticos baseados em recursos fósseis sendo biodegradáveis. Além de serem sustentáveis, os plásticos de base biológica também possuem algumas propriedades físico-mecânicas semelhantes aos polímeros à base de petróleo, representando uma alternativa ideal para substituição destes (37).

Os novos bioplásticos foram identificados como uma tecnologia disruptiva para embalagens sustentáveis, onde bioplásticos de bactérias e matérias-primas alternativas à base de celulose, como resíduos agrícolas e outros materiais vegetais, estão sendo continuamente estudados e desenvolvidos (38). Como o trabalho desenvolvido por Hauenstein *et al.* (39) que demonstraram que o policarbonato pode ser produzido a partir de uma síntese de limoneno utilizando o extrato de cascas de laranja.





Uma inovação interessante acerca de embalagens sustentáveis circunda as embalagens que se destinam a ser comestíveis, como as proteínas do leite (caseína), que apresentam capacidade de polimerizar e formar uma barreira de oxigênio para os alimentos. E que podem por exemplo serem aplicadas como embalagem comestível de queijos em uma única porção (35).

## **Conclusão**

Ao longo dos anos, a indústria de alimentos tem registrado inúmeras inovações no mercado, incluindo inovações no setor de embalagens. As embalagens se mostram como um dos principais agentes responsáveis pela segurança e qualidade dos produtos alimentícios, consequentemente, seu desenvolvimento influencia diretamente a vida útil dos produtos embalados. Embalagens ativas, inteligentes e com conceito sustentável vêm sendo desenvolvidas desde o século XX, no entanto, pesquisas ainda são realizadas e novas técnicas aplicadas, de forma a melhorar ainda mais suas funções e aplicações.

## **Referências Bibliográficas**

1. ABRE - Associação Brasileira de Embalagem. Estudo Abre Macroeconômico da Embalagem e Cadeia de Consumo. Disponível em: < <https://www.abre.org.br/dados-do-setor/2020-2/>> Acessado em 31 de maio de 2022.
2. SELKE, S. E., CULTER, J. D. **Plastics Packaging: Properties, Processing, Applications, and Regulations**, Hanser, Cincinnati, Ohio, USA, 2016.
3. THOMPSON, R. C. et al. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364 (1526), p. 2153–2166, 2009.
4. WANG, J. et al. Biobased materials for food packaging. **Journal of Bioresources and Bioproducts**, v. 7 (1), p. 1-13, 2022.
5. CAMERON, G. **Future of Packaging: Long-Term Strategic Forecasts to 2030**. Report published by Smithers Pira, Akron, Ohio, USA, p. 156, 2020.
6. CHENG, H. et al. Recent advances in intelligent food packaging materials: Principles, preparation and applications. **Food Chemistry**, v. 375, 131738, p. 0308-8146, 2022.
7. BITTENCOURT, V. R. et al. Embalagens Ativas como Novas Abordagens Sustentáveis e Ambientalmente Corretas: Uma Revisão da Literatura. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos** – v. 2, p. 217–232, 2020.



8. NASCIMENTO, S. S. et al. Prospecção Tecnológica sobre Embalagens Ativas para Alimentos. **Cadernos de Prospecção**, v. 14, n. 4, p. 1310-1325, 2021.
9. RODRIGUES, C. et al. Bio-based sensors for smart food packaging—current applications and future trends. **Sensors**, v. 21, n. 6, p. 1–24, 2021.
10. SOARES, N. F. F. et al. Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. **Ceres**, v. 56, n. 4, 2015.
11. TAYLOR, P. Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. **Food Additives and Contaminants**, v. 19, p. 37–41, 2010.
12. SOLTANI FIROUZ, M.; MOHI-ALDEN, K.; OMID, M. A critical review on intelligent and active packaging in the food industry: Research and development. **Food Research International**, v. 141, p. 110113, 2021.
13. YILDIRIM, S. et al. Active Packaging Applications for Food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 1, p. 165–199, 2018.
14. GUMIENNA, M.; GÓRNA, B. Antimicrobial food packaging with biodegradable polymers and bacteriocins. **Molecules**, v. 26, n. 12, 2021.
15. PELISSARI, F. M. et al. Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with oregano essential oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 16, p. 7499–7504, 2009.
16. BRAGA, L. R.; PERES, L. Novas tendências em embalagens para alimentos: revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 68-84, 2010.
17. DUNCAN, T. V. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. **Journal of Colloid and Interface Science**, v.363(1), p.1–24, 2011.
18. ALIZADEH-SANI, M. et al. pH-sensitive (halochromic) smart packaging films based on natural food colorants for the monitoring of food quality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 105, p. 93-144, 2020.
19. BALBINOT-ALFARO, E. et al. Intelligent Packaging with pH Indicator Potential. **Food Engineering Reviews**, v. 11, p. 235–244, 2019.
20. BIJI, et al. Smart packaging systems for food applications: A review. **Journal of Food Science and Technology**, v.52 (10), p. 6125-6135, 2015.
21. RAI, M., et al. Smart nanopackaging for the enhancement of food shelf life. **Environmental Chemistry Letters**, v. 17, p. 277–290, 2019.
22. CHOI, I., et al. Intelligent pH indicator film composed of agar/potato starch and anthocyanin extracts from purple sweet potato. **Food Chemistry**, v. 218, p. 122–128, 2017.



23. XIAO-WEI, H., et al. Colorimetric Sensor Arrays Based on Chemo-Responsive Dyes for Food Odor Visualization. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, p. 90-107, 2018.
24. XU, T. S. et al. Bioconjugation of peroxidase-like nanostructures with natural enzyme for in-situ amplified conductometric immunoassay of tissue polypeptide antigen in biological fluids. **Biochemical Engineering Journal**, v.105, p. 36-43, 2017.
25. PACQUIT, A., et al. Development of a volatile amine sensor for the monitoring of fish spoilage. **Talanta**, v.69(2), p. 515–520, 2006.
26. REALINI, C. E., & MARCOS, B. Active and intelligent packaging systems for a modern society. **Meat Science**, v. 98 (3), p. 404–419, 2014.
27. SOBHAN, A., MUTHUKUMARAPPAN, K., WEI, L. Biosensors and biopolymer-based nanocomposites for smart food packaging: Challenges and opportunities. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 30, 100745, 2021.
28. YUN, D. et al. Smart packaging films based on locust bean gum, polyvinyl alcohol, the crude extract of *Loropetalum chinense* var. *rubrum* petals and its purified fractions. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 205, p. 141-153, 2022.
29. ARDIYANSYAH, A. et al. The Potency of betacyanins extract from a peel of dragon fruits as a source of colourimetric indicator to develop intelligent packaging for fish freshness monitoring. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 207, 012038, 2018.
30. MERZ, et al. A novel colorimetric indicator film based on chitosan, polyvinyl alcohol and anthocyanins from jambolan (*Syzygium cumini*) fruit for monitoring shrimp freshness. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 153, 625–632, 2020.
31. LUCHESE, C. L. et al. Evaluation of blueberry residue incorporated cassava starch film as pH indicator in different simulants and foodstuffs. **Food Hydrocolloids**, v. 82, p. 209–218, 2018.
32. KUO, T.-C., et al. The circular economy of LCD panel shipping in a packaging logistics system. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 149, p. 435–444, 2019.
33. MEHERISHI, L., NARAYANA, S. A., & RANJANI, K. S. Sustainable packaging for supply chain management in the circular economy: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 237, p. 117582, 2019.
34. SILVA, N., PÅLSSON, H. Industrial packaging and its impact on sustainability and circular economy: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 333, 130165, 2022.
35. STARK, N. M., MATUANA, L. M. Trends in sustainable biobased packaging materials: a mini review. **Materials Today Sustainability**, v. 15, 100084, 2021.
36. SU, Y., et al. Prospects for Replacement of Some Plastics in Packaging with Lignocellulose Materials: A Brief Review. **BioResources**, v. 13(2), p. 4550-4576, 2018.



37. BOONNITEEWANICH, et al. Evaluation of Carbon Footprint of Bioplastic Straw Compared to Petroleum based Straw Products. **Energy Procedia**, v. 56, p. 518–524, 2014.
38. KARKHANIS, S. S., et al. Potential of extrusion-blown poly(lactic acid)/cellulose nanocrystals nanocomposite films for improving the shelf-life of a dry food product. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 29, 100689, 2021.
39. HAUENSTEIN, O., et al. Bio-based polycarbonate from limonene oxide and CO<sub>2</sub> with high molecular weight, excellent thermal resistance, hardness, and transparency. **Green Chemistry**, v.18, p. 760-770, 2016.



## Filmes multicamadas à base de biopolímeros naturais para embalagens de alimentos: uma revisão

**Flaviana Coelho Pacheco<sup>1\*</sup>; Ana Flávia Coelho Pacheco<sup>2</sup>; Heloisa de Fátima Mendes Justino<sup>3</sup>; Isabela Soares Magalhães<sup>4</sup>; Mateus Aparecido dos Santos<sup>5</sup>; Paulo Henrique Costa Paiva<sup>6</sup>; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior<sup>7</sup>**

**Resumo:** A embalagem de alimentos desempenha um papel essencial para o desenvolvimento da indústria alimentícia, sendo capaz de proteger os alimentos de contaminações físicas, químicas e biológicas. Em virtude dos problemas ambientais ocasionados pelo uso das embalagens de plástico sintético, o uso de plásticos biodegradáveis derivados de polímeros naturais comestíveis surge como uma alternativa promissora de modo a resolver esse grande problema. No entanto, por apresentarem ainda propriedades de barreira deficientes, esses polímeros naturais têm sido aperfeiçoados por meio da utilização de multicamadas. Essa técnica de multicamadas combina características únicas apresentadas por diferentes polímeros de modo a produzir materiais de embalagem com melhores propriedades físicas, mecânicas e de barreira. Esta revisão tem como objetivo fornecer uma visão geral dos diferentes tipos de polímeros naturais usados em embalagens multicamadas e explicar suas propriedades, bem como destacar as tendências dessas embalagens.

**Palavras-chave:** Biodegradáveis, Plástico sintético, Propriedades físicas, Propriedades mecânicas, Propriedades de barreira.

### 1. Introdução

A embalagem é um componente essencial para manter a qualidade e a segurança dos alimentos durante seu armazenamento, transporte e venda. Ela é tradicionalmente projetada principalmente para proteger os alimentos de impactos mecânicos, da entrada de luz e gases que promovem reações indesejáveis, bem como para proteger a contaminação dos alimentos de quaisquer fontes físicas, químicas e biológicas e manter a qualidade e a segurança dos produtos alimentícios (1). Além disso, a embalagem também pode desempenhar vários outros papéis, como fornecer informações sobre a natureza do produto ou ser utilizada como *marketing* para potencializar a comercialização de determinado alimento (2,3).

---

<sup>1,2,3,4</sup>Discente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

<sup>5</sup>Discente, Departamento de Ciências Biológicas, UniAcademia - Juiz de Fora

<sup>6</sup>Docente, Instituto de Laticínios Cândido Tostes, EPAMIG, Juiz de Fora

<sup>7</sup>Docente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa

E-mail para a correspondência: [anaflaviacoelho93@gmail.com](mailto:anaflaviacoelho93@gmail.com)





Os materiais mais comumente usados em embalagens de alimentos são plásticos, papel, vidro e metais. Dentre estes, os plásticos oferecem vantagens devido à rigidez, flexibilidade, excelentes propriedades de barreira, baixo custo e facilidade de produção. Por outro lado, os plásticos derivados do petróleo têm um enorme impacto negativo no meio ambiente (4).

Devido a essa questão, a indústria de embalagens de alimentos tem dado atenção considerável aos filmes biodegradáveis, como os polímeros naturais: polissacarídeos, proteínas, lipídeos resíduos agroindustriais, entre outros (5). Os polímeros naturais vêm substituindo os polímeros sintéticos devido às suas vantagens biodegradáveis ajudando a criar um ambiente limpo. No entanto, os polímeros naturais possuem diversas limitações quanto à integridade estrutural dos filmes (6).

Neste contexto, uma das abordagens mais eficazes que podem ser usadas para superar as limitações dos filmes de camada única é a aplicação de filmes multicamada para melhorar as propriedades mecânicas e de barreira de um polímero biodegradável (4,7). Esta é uma técnica emergente que integra as características únicas de vários polímeros para criar uma embalagem com desempenho aprimorado em termos de proteção e durabilidade (8). Em comparação aos filmes de camada única, os filmes multicamadas apresentam altas barreiras ao vapor de água e gases como oxigênio, dióxido de carbono e compostos aromáticos, além de alta resistência mecânica e boa capacidade de vedação (9).

Assim, esta revisão tem como objetivo destacar a importância do uso de embalagens biodegradáveis na indústria de alimentos, bem como, apresentar os diversos biopolímeros utilizados em embalagens multicamadas e desenvolver uma descrição de suas propriedades físicas, mecânicas e de barreira. Por fim, objetiva-se destacar as tendências atuais e futuras para embalagens de filme à base de biopolímeros.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Embalagens de alimentos à base de polímeros biodegradáveis**

Segundo a RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 (10), as embalagens podem ser definidas como qualquer forma de acondicionamento destinado a cobrir, proteger, empacotar, envasar e manter os produtos preservados até a sua comercialização. Desta forma, a embalagem deve preservar a segurança e a qualidade dos alimentos durante as etapas de processamento, transporte, distribuição e armazenamento, reduzindo assim a perda e o desperdício de alimentos. Uma função adicional é a



representação do produto antes da compra. Portanto, o design da embalagem e a seleção do material devem ser determinados cuidadosamente.

Quatro grupos principais de materiais de embalagem são usados para contato direto com alimentos: vidro, metal, papel/cartão (madeira incluída) e uma grande variedade de plásticos (8). Os materiais de embalagens plásticas são comumente usados e têm sido fabricados a partir de derivados do petróleo, cujo o descarte é responsável por uma poluição ambiental considerável, que pode não ser sustentável no futuro (11). Após o uso final, o descarte desses materiais pode levar centenas de anos para se degradar em seus componentes básicos (12). Devido a essa questão, a indústria de embalagens de alimentos tem dado atenção considerável aos filmes biodegradáveis, como as proteínas, polissacarídeos, lipídios e resíduos de alimentos (13). Esses materiais podem se degradar em um tempo razoável sem causar problemas ambientais (5).

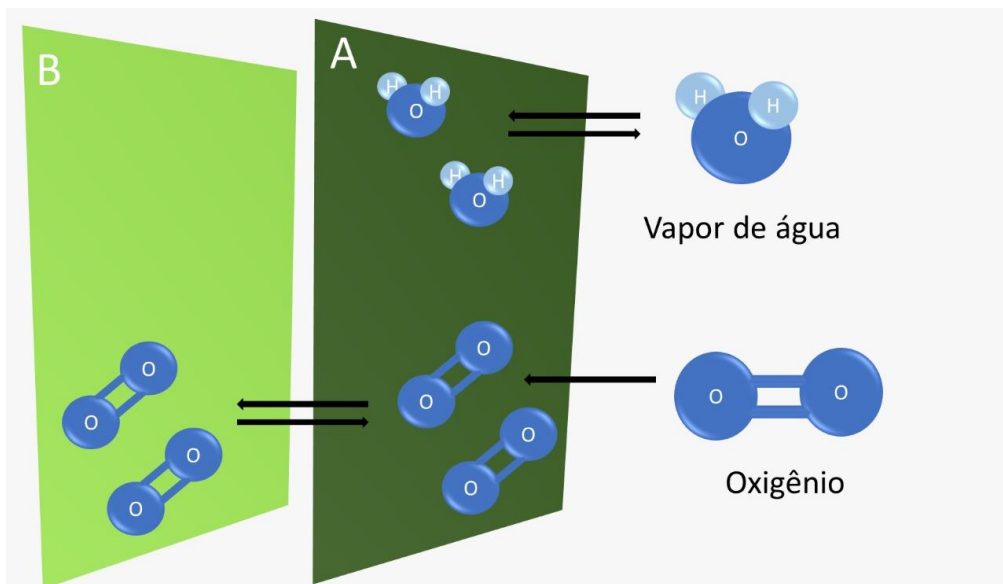
No entanto, para algumas aplicações, os polímeros naturais são restritos devido às suas propriedades de barreira deficientes, principalmente na resistência à umidade e baixa resistência durante o processamento (6). Por exemplo, filmes de polissacarídeos apresentam alta propriedade de barreira a gases, mas apresentam baixas propriedades de barreira ao vapor de água e à deformação mecânica (14). Da mesma forma, filmes de proteínas também são menos resistentes à permeação do vapor de água, porém, demonstram alta resistência mecânica. Essas limitações se devem à natureza hidrofílica da maioria desses biopolímeros, que são sensíveis ao vapor de água e levam à absorção de umidade e instabilidade física (14). Neste contexto, várias estratégias têm sido aplicadas para melhorar as propriedades funcionais dos filmes, incluindo a técnica de multicamadas (15).

## **2.2 Embalagens de alimentos de filme multicamada a base de polímeros biodegradáveis**

Os materiais aos quais as embalagens são formadas são fatores importantes para prolongar a vida útil de muitos produtos alimentícios, visto que, tais materiais são capazes de atender requisitos específicos de determinados alimentos. Assim, materiais de embalagens de multicamadas têm apresentado características únicas e aprimoradas no que se refere a proteção e durabilidade (8).

A embalagem de filme multicamada representa uma estrutura única, originada através da combinação de dois ou mais materiais com propriedades diferentes (16). Essa combinação oferece inúmeras vantagens de proteção para os alimentos, tais como, altas barreiras ao vapor de água e gases (oxigênio, dióxido de carbono e compostos aromáticos), elevada resistência mecânica, boa capacidade de vedação como mostra a Figura 1 (9).

Figura 1 – Filmes com barreira ao vapor de água (A) e oxigênio (B).



Fonte: Autores.

Essas embalagens, consiste comumente na junção de 3 a 7 camadas, apresentando uma espessura dos filmes de multicamadas entre 20 e 400  $\mu\text{m}$ , proporcionando uma embalagem flexível. Suas propriedades funcionais podem ser melhoradas a partir do uso de polímeros com maiores propriedades de barreira contra oxigênio, choques mecânicos e vapor de água (17).

A Tabela 1, mostra alguns exemplos quanto a classificação dos polímeros naturais, bem como a sua fonte e os tipos que são utilizados em embalagens de filme multicamada. Esses materiais biodegradáveis se tornam uma estratégia promissora para o uso de polímeros naturais em embalagens de filme multicamadas.

**Tabela 1:** Classificação de polímeros naturais, fonte de polímeros e tipo de polímeros utilizados em embalagens de alimentos.

Polímeros	Fonte de polímeros	Tipos de polímeros
Polímero natural	Polissacarídeo	Amido de mandioca + quitosana
		Quitosana + Alginato
	Proteínas	Alginato de sódio + Carboximetilcelulose
		Gelatinas Bovina + Bovina + Bovina
		Isolado de proteína de soja (SPI) + Zeína



---

Combinação de polissacarídeos e proteínas	Amido de trigo de milho + Zeína Quitosana + Gelatina Kefiran + Gelatina
---	---

---

Fonte: Adaptado (18).

### **2.3 Filmes e revestimentos comestíveis a base de polímeros naturais**

Os filmes comestíveis são embalagens primárias feitas de ingredientes comestíveis, sendo possível aplicar diretamente uma fina camada de embalagem comestível no alimento por meio de revestimento, imersão e pulverização. Mesmo que os revestimentos e filmes comestíveis ainda não se tornem substituintes dos materiais de embalagem convencionais, eles tem uma grande utilidade para estender a estabilidade dos alimentos, contribuindo para a redução da troca de umidade, lipídios, voláteis e gases decorrentes entre os alimentos e o ambiente circundante (19).

Atualmente uma gama de estudos e trabalhos científicos tem sido desenvolvido sobre a fabricação de embalagens comestíveis. De uma forma geral, essas películas ou revestimentos de embalagens comestíveis naturais podem ser usados para aromatizar compostos ou substâncias nutricionais (20), encapsular algum antioxidante ou ser usados como agentes antimicrobianos (21).

Alguns polissacarídeos como, alginato e amido têm sido muito utilizados como biopolímeros como forma de criar revestimentos e filmes comestíveis para reduzir as embalagens plásticas tradicionais (22). Por serem materiais não tóxicos e de ampla disponibilidade no ecossistema, além de possuírem permeabilidade seletiva ao dióxido de carbono e oxigênio, permitem que filmes produzidos prolonguem a vida útil das frutas.

Em virtude da estrutura de rede compacta que os polissacarídeos apresentam, eles se tornam uma boa barreira de dióxido de carbono e oxigênio, no entanto, deficientes em relação a barreira de vapor. Devido a essas características, eles apresentam limitações quanto a sua aplicação em embalagens de alimentos. No entanto, algumas estratégias, como a adição de partículas inorgânicas resistentes à água, combinação com lipídios hidrofóbicos e fabricação de filmes multicamadas, são alternativas que podem ser utilizadas para melhorar as propriedades de barreira e resistência à água (22).

Para os filmes a base de proteína, a sua aplicação como embalagem comestível é baseada no uso de biopolímeros. A proteína é um heteropolímero com uma centena de aminoácidos interligados por meio de ligações peptídicas (23). As propriedades mecânicas dos filmes de proteínas são



melhores do que as dos polissacarídeos, isso se deve à sua estrutura única. No entanto, sua resistência mecânica é baixa e a permeabilidade ao vapor de água é maior quando comparado aos polímeros sintéticos (18). Como forma de obter um melhor resultado são reunidos as principais características e qualidades de cada um dos filmes, como polissacarídeos, lipídios ou proteínas (13).

#### **2.4 Propriedades físicas, mecânicas e de barreira das embalagens de filmes biodegradáveis em multicamadas**

Atributos relacionado a cor e ao grau de transparência são propriedades de grande importância em embalagens de alimentos, fatores estes que podem afetar a aparência do produto alimentício, e consequentemente influenciar as decisões do consumidor (24,25).

Embalagens feitas com filmes de camada dupla ou multicamada, teoricamente ajudam a melhorar a cor e a transparência da embalagem do filme quando diferentes tipos de polímeros são laminados juntos. Desta forma, a implementação de filmes multicamadas tende a oferecer aos clientes um sinal visual mais claro sobre as características dos produtos embalados. Além da cor e transparência, outro ponto crucial para otimizar a aplicação potencial do filme baseado em multicamadas está relacionado com a estabilidade térmica do filme. Filmes à base de proteínas geralmente são muito instáveis devido a sua sensibilidade à umidade e por terem baixas temperaturas de fusão e dissolução (24).

A permeabilidade ao vapor está diretamente relacionada com a vida útil de alguns produtos alimentícios (25). Desta forma, é de suma importância que se tenha um controle efetivo da transferência de umidade para os alimentos. Os filmes biodegradáveis de polímeros de biomassa, como polissacarídeos e proteínas, apresentam baixa permeabilidade à água devido à sua natureza hidrofílica (18). Assim, o uso de multicamadas com adição de filmes de biomassa com alta camada hidrofóbica aumenta a hidrofobicidade da estrutura final, o que resulta em um melhor aprimoramento da barreira de vapor de água desses filmes.

Uma propriedade mecânica muito importante para o desenvolvimento de embalagens é a resistência à tração (TS), que consiste na força de tração máxima que pode ser mantida por um filme. Baseado nisso, filmes com alto valor de TS geralmente são usados em materiais de embalagem para produtos que necessitam de alta proteção (24). Uma vez que os filmes destinados a embalagens dos alimentos necessitam de ser resistentes às pressões que ocorrem durante o transporte e manuseio, é





necessário determinar os requisitos necessários para preservar a integridade das propriedades das embalagens dos alimentos (18).

O alongamento na ruptura (EAB) é outro ponto importante, este está relacionado com a extensibilidade do comprimento do filme desde o comprimento inicial até o ponto de ruptura. Um maior valor de EAB indica que o material absorve mais energia antes de ocorrer a quebra (26). Além disso, representa também a flexibilidade do filme em termos da capacidade de esticar (27). Geralmente, filmes à base de proteínas e polissacarídeos apresentam alto valor de EAB. Desta forma, a aplicação de filmes multicamadas se torna uma alternativa para melhorar o valor EAB dos filmes.

A permeabilidade ao oxigênio pode ser usada como um índice para medir a capacidade de evitar que ocorra reações de oxidação. Os filmes à base de proteína possuem uma excelente barreira ao oxigênio em comparação com filmes de polissacarídeos (28).

As altas propriedades de barreira ao oxigênio apresentada por alguns filmes podem garantir uma maior durabilidade da validade, bem como garantir a proteção do produto (28). Para filmes com baixa barreira aos gases, são indicados a aplicação de filmes multicamadas, que permitem melhorar as propriedades de barreira dos filmes de camada única.

## **2.5 Tendências atuais e futuras para embalagens de filmes biodegradáveis em multicamadas**

Com a crescente preocupação com o meio ambiente, o uso de filmes biodegradáveis em embalagens de alimentos se torna uma estratégia promissora para a indústria de alimentos. A utilização do método emergente de filmes multicamadas permite a combinação das características únicas dos diferentes tipos de polímeros naturais e ajuda a melhorar as propriedades físicas, mecânicas e de barreira dos biopolímeros, e conseqüentemente melhorar a preservação da qualidade dos alimentos e prolongar sua vida útil.

Nos últimos anos tem sido desenvolvido inúmeros estudos sobre o potencial dessas embalagens biodegradáveis. No entanto, o uso de filmes multicamadas biodegradáveis com recursos inteligentes e ativos ainda permanece limitado, uma vez que a maioria dos materiais utilizados atualmente são derivados de polímeros sintéticos.

Portanto, se torna fundamental que mais pesquisas sejam desenvolvidas para criar materiais de embalagem biodegradáveis ativos e inteligentes no futuro, de modo a torná-los comercialmente mais viáveis. A tendência é que o desenvolvimento desta área possa levar a uma nova geração de



materiais de embalagem acessíveis, convenientes e sustentáveis que tendem a melhorar a saúde, segurança e sustentabilidade do fornecimento de alimentos (29).

### **3. Conclusão**

Com um consumidor cada vez mais exigente por embalagens de alimentos naturais sustentáveis de alta qualidade e mais segura, a tendência é que em um futuro cada vez mais próximo, o uso de polímeros de plásticos à base de petróleo não biodegradáveis e não renováveis, sejam reduzidos ou substituídos por polímeros naturais biodegradáveis.

Esses polímeros naturais biodegradáveis e comestíveis são geralmente categorizados em polissacarídeos, lipídios e proteínas. No entanto, esses biopolímeros apresentam algumas limitações, sejam nas propriedades físicas, mecânicas ou de barreira fracas. Desta forma, o uso de revestimentos de multicamadas tem sido uma ótima alternativa para reunir as principais características e qualidades de cada um dos filmes de modo a melhorar a carência desses materiais quando produzidos em camada simples.

### **4. Agradecimentos**

Os autores agradecem a CAPES - Código Financiamento 001; à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-00388-21 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto (429033/2018-4) e pela bolsa de produtividade à B.R.C. Leite Júnior (306514/2020-6).

### **5. Referências**

1. H. Wang, L. Wang. Developing a bio-based packaging film from soya by-products incorporated with valonea tannin. *Journal of Cleaner Production*, 143 (2017), pp. 624-633
2. K.L. Yam, D.S. Lee. 1 - Emerging food packaging technologies: An overview. K.L. Yam, D.S. Lee (Eds.), *Emerging Food Packaging Technologies*, Woodhead Publishing (2012), pp. 1-9
3. A. Ashok, C. Rejeesh, R. Renjith. Biodegradable polymers for sustainable packaging applications: A review. *International Journal of Bionics and Biomaterials*, 1 (11) (2016), pp. 1-11
4. P. Scarfato, L. DiMaio, M.R. Milana, S. Giamberardini, M. Denaro, L. Incarnat. Performance and properties, lactic acid specific migration and swelling by simulant of biodegradable poly



- (lactic acid)/nanoclay multilayer films for food packaging. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 34 (10) (2017), pp. 1730-1742,
5. R. Muthuraj, M. Misra, A.K. Mohanty. Biodegradable compatibilized polymer blends for packaging applications: A literature review. *Journal of Applied Polymer Science*, 135 (24) (2018), p. 45726
  6. A. Ivonkovic, K. Zeljko, S. Talic, M. Lasic. Biodegradable packaging in the food industry. *Journal of Food Safety and Food Quality*, 68 (2017), pp. 26-38,
  7. J. Muller, C. González-Martínez, A. Chiralt Combination of poly (lactic) acid and starch for biodegradable food packaging *Materials*, 10 (8) (2017), p. 952
  8. Kaiser, K.; Schmid, M.; Schlummer, M. (2018): Recycling of Polymer-Based Multilayer Packaging: A Review. In: *Recycling 3* (1), p. 1.
  9. Z. Tartakowski. Recycling of packaging multilayer films: New materials for technical products. *Resources, Conservation and Recycling*, 55 (2010), pp. 167-170,
  10. BRASIL 2002. Resolução RDC nº259, de 20 de setembro de 2002. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259\\_20\\_09\\_2002.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.html)>. Acesso em: 27 maio 2022.
  11. I.E. Napper, R.C. Thompson. Chapter 22 - Marine Plastic Pollution: Other Than Microplastic. T.M. Letcher, D.A. Vallero (Eds.), *Waste* (Second Edition), Academic Press (2019), pp. 425-442
  12. T.J. Madera-Santana, Y. Freile-Pelegrín, J.A. Azamar-Barrios. Physicochemical and morphological properties of plasticized poly (vinyl alcohol)–agar biodegradable films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 69 (2014), pp. 176-184,
  13. P. Cazón, G. Velazquez, J.A. Ramírez, M. Vázquez Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review *Food Hydrocolloids*, 68 (2017), pp. 136-148.
  14. J. Jeya Jeevahan, M. Chandrasekaran, S.P. Venkatesan, V. Sriram, G. Britto Joseph, G. Mageshwaran, R.B. Durairaj. Scaling up difficulties and commercial aspects of edible films for food packaging: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 100 (2020), pp. 210-222
  15. S.F. Hosseini, Z. Javidi, M. Rezaei. Efficient gas barrier properties of multi-layer films based on poly (lactic acid) and fish gelatin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 92 (2016), pp. 1205-1214
  16. H. Gartner, Y. Li, E. Almenar. Improved wettability and adhesion of polylactic acid/chitosan coating for bio-based multilayer film development. *Applied Surface Science*, 332 (2015), pp. 488-493.
  17. C. Robert, J.F. Chartrel. U.S. Patent No. 10,201,952. U.S. Patent and Trademark Office, Washington, DC (2019).
  18. ALIAS, A.R., WAN, M.K., SARBON, N.M. Emerging materials and technologies of multi-layer film for food packaging application: A review. *Food Control*, v. 136, p. 108875, 2022.
  19. Tian, M. Bilal. Progresso da pesquisa de materiais biodegradáveis na redução da poluição ambiental. P. Singh, A. Kumar, A. Borthakur (Eds.), *Abatement of Environmental Pollutants; Trends and Strategies*, Elsevier Inc. (2020), pp. 313-330.



20. ML Zambrano-Zaragoza, E. Mercado-Silva, LA DelReal, E. Gutierrez Cortez, MA Cornejo-Villegas, D. Quintanar-Guerrero. The effect of nano-coatings with alpha-tocopherol and xanthan gum on shelf-life and browning index of fresh-cut “red Delicious” apples. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 22 (2014), pp. 188-196.
21. S.Y. Cheng, B.J. Wang, Y.M. Weng. Antioxidant and antimicrobial edible zein/chitosan composite films fabricated by incorporation of phenolic compounds and dicarboxylic acids. *LWT-Food Sci. Technol.*, 63 (2015), pp. 115-121.
22. P.J.P. Espitia, W.-X. Du, R.D.J. Avena-Bustillos, N.D.F.F. Soares, T. Mchugh. Edible films from pectin: physical-mechanical and antimicrobial properties—a review. *Food Hydrocoll.*, 35 (2014), pp. 287-296.
23. Z.A. Nur Hanani, Y.H. Roos, J.P. Kerry. Use and application of gelatin as potential biodegradable packaging materials for food products; *Int. J. Bio. Macromol.*, 71 (2014), pp. 94-102.
24. N.A.M. Rasid, N.N.M. Nazmi, M.I.N. Isa, N.M. Sarbon. Rheological, functional and antioxidant properties of films forming solution and active gelatin films incorporated with *Centella asiatica* (L.) urban extract. *Food Packaging and Shelf life*, 18 (2018), pp. 115-124
25. Y. Zhao, M.D. Saldaña. Use of potato by-products and gallic acid for development of bioactive film packaging by subcritical water technology. *The Journal of Supercritical Fluids*, 143 (2019), pp. 97-106.
26. N.N.M. Nazmi, N.M. Sarbon. Characterization on antioxidant and physical properties of gelatin based composite films with incorporation of *Centella asiatica* (pegaga) extract. *Food Research*, 4 (1) (2020), pp. 224-233.
27. G.L. Robertson. *Food packaging: Principles and practice*. (3rd ed.), CRC Press (2016). (Chapter 1).
28. N. Suderman, M.I.N. Isa, N.M. Sarbon. Characterization on the mechanical and physical properties of chicken skin gelatin films in comparison to mammalian gelatin films. *IOP conference series: Materials science and engineering*, 440, IOP Publishing, Bristol, UK (2018), Article 012033.
29. M. Ghaani, C.A. Cozzolino, G. Castelli, S. Farris. An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. *Trends in Food Science & Technology*, 51 (2016), pp. 1-11.



## **Jenipapo (*Genipa americana* L.): Potencial para o desenvolvimento de novas tecnologias de embalagens para alimentos**

**Gisele Fernanda Alves da Silva<sup>1\*</sup>; Viviane Patrícia Romani<sup>2</sup>; Vilásia Guimarães Martins<sup>1</sup>**

**Resumo:** A segurança, qualidade, saudabilidade e os apelos ecológicos quanto aos produtos alimentícios disponíveis para consumo são cada vez mais requisitados pela sociedade. Tendo em vista as atuais demandas dos consumidores, pesquisas estão sendo direcionadas para o melhoramento, bem como a expansão de novas tecnologias. Nesse escopo, embalagens biodegradáveis, ativas e inteligentes têm sido desenvolvidas, sendo que ambas as tecnologias podem ser combinadas entre si. Para a obtenção de embalagens biodegradáveis são utilizados polímeros naturais que podem ser obtidos de fonte animal ou vegetal; a partir da adição de compostos bioativos em tais embalagens se obtém embalagens ativas, que prolongam a vida útil dos alimentos; já as embalagens inteligentes informam os consumidores sobre as condições do produto. Dentre as espécies ricas em polímeros naturais e compostos ativos para desenvolvimento destas novas tecnologias de embalagem para alimentos, estão os frutos do bioma cerrado, os quais são pouco explorados, porém em geral, apresentam grande potencial tecnológico para o desenvolvimento de inovações. O presente trabalho de revisão teve por objetivo apresentar as principais propriedades do jenipapo (*Genipa americana* L.), amplamente disponível no cerrado brasileiro, e elucidar seu potencial como matriz polimérica e como fonte de compostos bioativos para elaboração de filmes flexíveis para embalagens de alimentos.

**Palavras-chave:** Atividade antioxidante. Compostos bioativos. Indicadores de mudança de cor. Filmes flexíveis. pH de alimentos.

### **Introdução**

As embalagens atuam de modo a manter a qualidade dos produtos alimentícios desde o ponto de produção até o consumo, tendo como funções básicas, a contenção, proteção, conveniência e facilidade de comunicação. No entanto, devido ao cenário atual, consumidores buscam produtos alimentícios com maiores períodos de durabilidade, baixa ou nenhuma quantidade de conservantes químicos na formulação, praticidade, segurança e

---

<sup>1</sup>Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Escola de Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS 96203-900, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, 85040080, Brasil

E-mail para a correspondência: giferalves@gmail.com





qualidade, aliadas à da consciência quanto aos impactos ambientais. Por isso, pesquisas têm sido fomentadas para desenvolver tecnologias de embalagens convenientes a atender a essas demandas. Dentre as tecnologias que podem suprir estas demandas estão as embalagens biodegradáveis, ativas e inteligentes, podendo ser usadas individualmente ou combinadas ambas tecnologias em uma só embalagem (1).

Fontes renováveis e biodegradáveis têm sido uma alternativa para substituir materiais sintéticos. Estes apresentam um ciclo de vida mais curto ao se comparar com os polímeros derivados do petróleo, que requerem longos períodos para decomposição, gerando acúmulo na natureza e conseqüentemente ocasionando sérios problemas ambientais, como danos à saúde dos seres humanos e animais, sobretudo pela incorporação de aditivos e produtos químicos utilizados durante a sua fabricação (2). Obtidos de fonte naturais, os biopolímeros originam embalagens biodegradáveis, como filmes flexíveis e revestimentos. Estes podem ser obtidos de um ou mais materiais biológicos, como plantas, organismos marinhos ou produzidos por micro-organismos em cultivos microbianos (2,3).

Neste contexto, a obtenção de embalagens plásticas oriundas de polímeros biodegradáveis é uma das alternativas promissoras. A partir da inclusão de compostos bioativos em filmes de biopolímeros, os quais podem apresentar atividades antioxidantes e antimicrobianas (4), possibilita obter embalagens com características ativas, que prolongam a vida útil do produto alimentício (5,6). Além de adicionar bioatividades, a junção de embalagens biodegradáveis com tecnologias inteligentes também é uma alternativa para oferecer produtos seguros, com qualidades e ecológicos ao consumidores, pois classificadas como dispositivos que possibilitam averiguar as possíveis exposições dos alimentos a condições inadequadas, embalagens inteligentes monitoram e informam o consumidor sobre a qualidade do produto em tempo real (7).

Diversos estudos têm utilizado matérias-primas vegetais convencionais como matriz polimérica e/ou extratos ativos para elaboração de embalagens voltadas a alimentos. No entanto, pouco se fala do potencial dos frutos encontrados no bioma cerrado, que abriga uma grande diversidade de espécies vegetativas. (8,9). Dentre esses frutos, o jenipapo (*Genipa Americana* L.), encontrado principalmente no cerrado brasileiro, ainda é pouco explorado para aplicações tecnológicas voltadas à indústria de alimentos. No entanto, o fruto e seus resíduos apresentam compostos que sugerem potencial para o desenvolvimento de embalagens. Sendo assim, o presente trabalho de revisão teve como objetivo apresentar as



principais propriedades do jenipapo e seu potencial como matriz polimérica e como fonte de compostos bioativos para elaboração de embalagens ativas e inteligentes para alimentos.

### **Embalagens biopoliméricas aliadas às tecnologias ativas e inteligentes**

A necessidade de empregar biopolímeros para elaboração de embalagens surgiu em vista do elevado crescimento das indústrias alimentícias, que tem alavancado principalmente o uso de embalagens plásticas sintéticas. Por não serem biodegradáveis, os polímeros sintéticos acabam ocasionando grandes impactos ambientais gerados pelo seu descarte massivo (6,10). Polímeros sintéticos como polietileno, polipropileno e poliestireno ainda são os mais utilizados para elaboração de embalagens, pois apresentam baixo custo e bom desempenho mecânico (11). Em busca de alternativas mais ecológicas, estudos com base na elaboração de embalagens flexíveis a partir de polímeros naturais vêm ganhando cada vez mais foco, dado que além de serem fontes renováveis e biodegradáveis, os biopolímeros apresentam características atóxicas, biocompatibilidade, vasta disponibilidade e baixo custo (12,13).

Diversas são as fontes de biopolímeros utilizadas para a elaboração de embalagens flexíveis biodegradáveis, tais como frutos, vegetais e resíduos dessas fontes (9,12,13), compostos obtidos de animais como colágeno, gelatina e proteína do leite (14,15), obtidos de organismos marinhos como algas e crustáceos (16,17), entre outros. Essas matrizes biopoliméricas podem ser ainda combinadas a compostos ativos também de origem renovável, dando origem a embalagens ativas e inteligentes (5,6)

A demanda por alimentos com maior vida útil (*shelf life*) tem impulsionando a tecnologia de embalagens ativas (1), as quais são obtidas pela incorporação de biocompostos no material de embalagem. Estas interagem com o alimento e/ou com o espaço vazio dentro da embalagem, conferindo propriedades antioxidantes e/ou antimicrobianas, por exemplo. Dentre as fontes de biocompostos utilizados, vários estudos destacam a eficácia da incorporação de extratos vegetais em embalagens de biopolímeros (5,6). É importante salientar que as embalagens ativas têm a capacidade de interagir gradativamente com o alimento de modo a prolongar sua vida útil, principalmente através da liberação de componentes ativos diretamente do material da embalagem (ex.: enzimas, antioxidantes e antimicrobianos) (18). No entanto, embalagens ativas podem ser baseadas, além de mecanismos de eliminadores, em mecanismos absorvedores de compostos, desenvolvidos



em diferentes modelos como em forma de sachês, filmes flexíveis, revestimentos (coberturas), rótulos e multicamadas (10).

Na mesma vertente de embalagens ativas, estudos estão sendo conduzidos para o desenvolvimentos de embalagem inteligente a partir de polímeros naturais (5,6,12,19,20). De acordo com Vanderroost (21), a embalagem inteligente é uma extensão da função usual de comunicação da embalagem convencional. No entanto, apresenta o adendo de fornecer ao consumidor informações confiáveis quanto às condições do alimento, do ambiente e da integridade da embalagem. As coletas dessas informações podem ser realizadas por meio da inserção ou mesmo incorporação de indicadores, sensores, ou portadores de dados dentro da embalagem, possibilitando deste modo averiguar o consumo e a liberação de gases como oxigênio, dióxido de carbono e etileno, variações na temperatura e alterações do pH do meio. Respostas essas que permitem prever datas de validade mais precisas e particulares para cada produto (18,22). Os sistemas inteligentes podem ser inseridos como rótulos, impressos ou incorporados à matriz de embalagens de alimentos (10).

É possível transformar as embalagens convencionais em sistemas ativos e inteligentes ao se adicionar compostos (sintéticos ou naturais) que forneçam novos atributos a elas (5,18). Além das bioatividades, os compostos naturais apresentam a vantagem de não serem prejudiciais para saúde (4). Dentre estes compostos, cita-se as antocianinas, flavonoides, tocoferóis e carotenoides, os quais podem ser obtidos de frutas, vegetais, folhas e flores, assim como de resíduos alimentícios, como cascas e bagaços, entre outros (23). A incorporação de tais compostos naturais na elaboração das embalagens de alimentos, pode diminuir o uso de conservantes sintéticos nas formulações, juntamente com a vantagem de prolongar a vida útil do produto e a possibilidade de monitorar a qualidade do alimento embalado, devido às propriedades ativas e inteligentes, respectivamente (10,24).

### **Jenipapo (*Genipa americana* L.): potencial como extratos e matriz polimérica**

Estudos sugerem que os frutos do cerrado apresentam abundância e diversidade de compostos, que muito além de serem utilizados para alimentação e desenvolvimento de novos medicamentos pela indústria farmacêutica, podem ser utilizados para aplicações tecnológicas, como elaboração de embalagens. As atividades antioxidante e antimicrobiana de alguns extratos e óleos essenciais de plantas e frutas do cerrado, por exemplo, já foram comprovadas (8,9,16). Um fruto encontrado no bioma cerrado e pouco valorizado é o

jenipapo. Seu uso se limita ao consumo *in natura* ou como ingrediente na elaboração de alguns produtos regionais, entretanto a literatura sugere potencial para várias aplicações tecnológicas (25,26).

O jenipapeiro é uma árvore frutífera encontrada na América do Sul e sua distribuição ocorre em vários centros de diversidade, desde o México até o norte da Argentina. No Brasil, está presente em quase todos os biomas (exceto região sul) e principalmente no bioma cerrado (27). Consumido *in natura* e em preparação de receitas, o jenipapo possui uma característica interessante, onde a elevada acidez do próprio fruto promove sua conservação e evita a proliferação de alguns micro-organismos (28). O fruto apresenta um potencial hidrogeniônico (pH) entre 4 e 4,5, atributo importante nas indústrias de alimentos que utilizam o pH mais ácido como tecnologia de barreira, dado que abaixo de 4,5 não há o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* e bactérias patogênicas. Na Figura 1 está apresentada a estrutura do fruto de jenipapo, o qual possui uma casca fina, bagas globosas e polpa de coloração parda, quando verde suas bagas apresentam tons azulados (27).

Figura 1 – Aspectos visuais do jenipapo nas condições de fruto maduro e fruto verde (não amadurecido).



Fonte: Dos autores, 2022.

Como previamente mencionado, macromoléculas como proteínas, polissacarídeos e lipídios são constituintes de alto interesse na elaboração de embalagens biopoliméricas, haja vista que possuem capacidades de estabelecerem interações entre si, configurando uma rede contínua que possibilita obter propriedades dos filmes semelhantes aos sintéticos (6). Na Tabela 1 são apresentadas as concentrações das macromoléculas de interesse, assim como a de alguns compostos bioativos do jenipapo. Este fruto apresenta elevado teor de carboidratos, entre 73,7 e 86%, onde aproximadamente 20 a 30% são fibras. Os carboidratos ou glicídios são as biomoléculas mais abundantes na natureza, e podem ser encontrados em espécies vegetativas na forma de amido, celulose e pectina (10).





Tabela1 – Composição proximal e de biocompostos do jenipapo

<b>Composição centesimal</b>	<b>Valores médios</b>	<b>Referência</b>
Umidade (%)	70,0	(25)
Proteínas (%)	1,7, 2,87	(25,26)
Lipídios (%)	0,67	(25,26)
Carboidratos (%)	73,7, 86,01, 76,26%	(46,47,49)
Cinzas (g/100g)	3,6 a 4,04	(25,26)
Minerais (mg/100g)	> 2,1	(27)
<b>Compostos bioativos</b>		
Vitamina C (mg /100g)	9, 18,99 30,00 µg	(25,27)
Retinol (mcg)	0,50 µg	(38)
Vitamina B1 e B2	0,04 µg e 0,04 µg	(25,27)
Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g)	176,3	(25)

Fonte: Dos autores, 2022.

O estudo de Rovaris (29) avaliou a composição centesimal de jenipapo maduro, verde, e “de vez”, onde observou que o fruto maduro era constituído de maior concentração de amido, seguido de fibras e quantidades traço de pectina. Fontes alternativas para obtenção de amido vêm sendo estudadas (12,19). De acordo com Vedove (19), esse destaque está relacionado com a disponibilidade, a não toxicidade e a capacidade formadora de filmes. A capacidade do amido formar filmes flexíveis está associada a proporção de amilose e amilopectina, além da temperatura empregada para elaborar os filmes, pois essa afetará diretamente o processo de gelatinização e aumento da viscosidade da solução, que consequentemente influenciará nas interações intermoleculares implicando no desenvolvimento e propriedades dos filmes (30,31). Por isso, é interessantes estudos futuros avaliarem a proporção de amilose e amilopectina do jenipapo, para poder definir as condições ideais para elaboração de filmes flexíveis a partir deste fruto.

O jenipapo apresenta baixas concentrações de lipídeos e proteínas. As proteínas quando aplicadas ao desenvolvimento de embalagens, apresentam propriedades promissoras devido às suas múltiplas propriedades funcionais, vinculadas a sua capacidade de ligação intermolecular por meio de diferentes tipos de ligação, resultando em matrizes coesas (32). No entanto, por serem polímeros mais complexos, sua capacidade de formar filmes está relacionada a diversos fatores, como massa molar, conformação, flexibilidade e estabilidade térmica (33). Portanto, condições mais específicas (temperatura, pH, agitação) podem ser necessárias durante o processo de elaboração dos materiais.

As propriedades das embalagens flexíveis obtidas de polissacarídeos e proteína podem ser melhoradas pela incorporação de compostos bioativos (5,12), que também vem





sendo amplamente utilizadas para promover às embalagens propriedades ativas. O jenipapo apresenta elevados teores de vitamina C, vitaminas B1 e B2 e compostos fenólicos, conhecidos pelas suas propriedades antioxidantes. Dentre os princípios ativos destacam-se a manita, genipina, taninos, ácido tartárico, sais de cálcio e ferro (25,27). Outros compostos bioativos encontrados no jenipapo são os ácidos genípico e genipínico, os quais apresentam atividade antimicrobiana (34). Com base no exposto acima, o levantamento literário sugere que o jenipapo pode ser utilizado tanto para desenvolvimento de embalagens biodegradáveis como embalagens ativas.

Quando verde, tanto o fruto quanto as cascas são constituídos de gepinína, substância corante violeta ou azul-escuro solúvel na água e no etanol, que em contato com oxigênio muda sua coloração (27). Alguns estudos demonstraram potencial como indicador de condições adversas como temperatura, gases e pH, como o estudo de Renhe (34). Neste estudo, o qual avaliou a submissão do extrato de jenipapo a diversas condições, observou-se que em presença de oxigênio ocorre a alteração da coloração azul intensa para preto, e a mesma alteração ocorre sob elevadas temperatura ( $\approx 80^{\circ}\text{C}$ ). Quando o experimento foi conduzido sob presença de nitrogênio observou-se que a solução apresentou cor amarelo e posteriormente vermelho-amarronzado, e novamente azul em presença de oxigênio. O extrato concentrado do fruto apresentou propriedade reversível em diferentes condições de acidez. Em solução ácida, foi observado coloração azul e em meio básico o mesmo apresentou uma coloração verde-azulado. As observações acima citadas evidenciam o potencial do jenipapo como provável indicador colorimétrico, e conseqüentemente passível de elaboração de embalagens inteligentes para alimentos.

### **Conclusão**

A obtenção de embalagens biodegradáveis, ativas e inteligentes a partir do jenipapo é uma alternativa promissora para atender as demandas de novas tecnologias, tendo em vista sua composição polimérica e os constituintes bioativos. Outra aplicação evidente é a obtenção de corantes naturais do jenipapo, os quais podem substituir os sintéticos em diversos produtos alimentícios, além de oferecer algumas propriedades bioativas. A possibilidade de utilização tanto das cascas, caracterizadas como resíduos, quanto da polpa na obtenção de embalagens biodegradáveis contribuem na redução dos impactos ambientais gerados pelo descarte de embalagens não biodegradáveis, bem como do aproveitamento



integral do fruto (sem geração de resíduos e agregado valor ao mesmo). O fruto pode ser utilizado em diferentes aplicações, podendo resultar na combinação das duas tecnologias, ativas e inteligentes, o que possibilita a prevenção da degradação de alimentos e o monitoramento das condições do produto, respectivamente. Essa nova aplicação tecnológica pode agregar valor à diversidade do cerrado brasileiro, além de gerar renda a famílias que vivem do extrativismo do fruto.

### **Referências Bibliográficas**

1. Vergis J, Gokulakrishnan P, Agarwal RK, Kumar A. Essential Oils as Natural Food Antimicrobial Agents: A Review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2015;55(10):1320–3.
2. Nešić A, Cabrera-Barjas G, Dimitrijević-Branković S, Davidović S, Radovanović N, Delattre C. Prospect of polysaccharide-based materials as advanced food packaging. *Molecules*. 2020;25(1).
3. Paixão LC, Lopes IA, Barros Filho AKD, Santana AA. Alginate biofilms plasticized with hydrophilic and hydrophobic plasticizers for application in food packaging. *J Appl Polym Sci*. 2019;136(48):1–11.
4. Maroušek J, Kolář L, Vochozka M, Stehel V, Maroušková A. Novel method for cultivating beetroot reduces nitrate content. *J Clean Prod*. 2017;168':60–2.
5. Filipini GS, Romani VP, Martins VG. Biodegradable and active-intelligent films based on methylcellulose and jambolão (*Syzygium cumini*) skins extract for food packaging. *Food Hydrocoll*. 2020;109.
6. Santos LG, Silva GFA, Gomes BM, Martins VG. A novel sodium alginate active films functionalized with purple onion peel extract (*Allium cepa*). *Biocatal Agric Biotechnol*. 2021;35.
7. Gregor-Svetec D. Intelligent Packaging. In: Elsevier, editor. *Nanomaterials for Food Packaging*. 2018. p. 203–47.
8. Almeida AB de, Silva AKC, Lodete AR, Egea MB, Lima MCPM, Silva FG. Assessment of chemical and bioactive properties of native fruits from the Brazilian Cerrado. *Nutr Food Sci*. 2019;49(3):381–92.
9. Silva AO da, Cortez-Vega WR, Prentice C, Fonseca GG. Development and characterization of biopolymer films based on bocaiuva (*Acromonia aculeata*) flour. *Int J Biol Macromol*. 2019;155:1157–68.
10. Martins VG, Palezi SC, Alves-Silva GF, Santos LG. Biodegradable Packaging Materials and Techniques to Improve Their Performance. *Food Packag Smarter W*.



- 2022;61–105.
11. Kozłowicz K, Nazarewicz S, Góral D, Krawczuk A, Domin M. Lyophilized Protein Structures as an Alternative Biodegradable Material for Food Packaging. *Sustain.* 2019;11(24).
  12. Nogueira D, Marasca NS, Latorres JM, Costa JAV, Martins VG. Effect of an active biodegradable package made from bean flour and açai seed extract on the quality of olive oil. *Polym Eng Sci.* 2022;62(4):1070–80.
  13. Yong H, Wang X, Bai R, Miao Z, Zhang X, Liu J. Development of antioxidant and intelligent pH-sensing packaging films by incorporating purple-fleshed sweet potato extract into chitosan matrix. *Food Hydrocoll.* 2019;90:216–24.
  14. Vukić M, Grujić S, Odzaković B. Application of edible films and coatings in food production. *Adv Appl Ind Biomater.* 2017;121–38.
  15. Díaz O, Candia D, Cobos Á. Effects of ultraviolet radiation on properties of films from whey protein concentrate treated before or after film formation. *Food Hydrocoll.* 2016;55:189–99.
  16. Breda CA, Morgado DL, Assis OBG, Duarte MCT. Processing and characterization of chitosan films with incorporation of ethanolic extract from “pequi” peels. *Macromol Res.* 2017;25(11):1049–56.
  17. Xu T, Gao CC, Feng X, Huang M, Yang Y, Shen X, et al. Cinnamon and clove essential oils to improve physical, thermal and antimicrobial properties of chitosan-gum arabic polyelectrolyte complexed films. *Carbohydr Polym.* 2019;217(1):116–25.
  18. Teixeira SC, Soares N de FF, Stringheta PC. Development of colorimetric altered intelligent packaging incorporated with anthocyanins: A critical review. *Brazilian J Food Technol.* 2021;24.
  19. Vedove TMARD, Maniglia BC, Tadini CC. Production of sustainable smart packaging based on cassava starch and anthocyanin by an extrusion process. *J Food Eng.* 2021;289.
  20. Li Y, Wu K, Wang B, Li X. Colorimetric indicator based on purple tomato anthocyanins and chitosan for application in intelligent packaging. *Int J Biol Macromol.* 2021;174:370–6.
  21. Vanderroost M, Ragaert P, Devlieghere F, De Meulenaer B. Intelligent food packaging: The next generation. *Trends Food Sci Technol.* 2014;39(1):47–62.
  22. Martins C, Vilarinho F, Sanches Silva A, Andrade M, Machado A V., Castilho MC, et al. Active polylactic acid film incorporated with green tea extract: Development,



- characterization and effectiveness. *Ind Crops Prod.* 2018;123(June):100–10.
23. Carochio M, Morales P, Ferreira ICFR. Natural food additives: Quo vadis? *Trends Food Sci Technol.* 2015;45(2):284–95.
  24. Nešić A, Cabrera-Barjas G, Dimitrijević-Branković S, Davidović S, Radovanović N, Delattre C. Prospect of polysaccharide-based materials as advanced food packaging. *Molecules.* 2020;25(1).
  25. Pacheco P, Da Paz JG, Da Silva CO, Pascoal GB. Composição centesimal, compostos bioativos e parâmetros físico-químicos do jenipapo (*genipa americana* L.) In natura. *DEMETRA Aliment Nutr Saúde.* 2014;9(4).
  26. Cardoso DR, Pinto LIF, Lima MA, Soares IF, Rocha FP da S, Silva RA, et al. Potencial tecnológico e composição de Farinha de Jenipapo (*Genipa americana* L.) obtida por secagem em convecção. *Brazilian J Dev.* 2020;6(6):33448–67.
  27. Silva DB da, Salomão AN, Carvalho PCL de, Wetzell MMV da S. JENIPAPO. In: *Frutas nativas da região Centro-Oeste.* 2006. p. 304–22.
  28. Morais JL, Souza FP, Silva TMCF, Oliveira MEG. Desenvolvimento e caracterização de doces pastosos adicionados de especiarias obtidos a partir da polpa de jenipapo (*Genipa americana* L.). *XXV Congr Bras Ciência e Tecnol Aliment.* 2016;1-6,outubro.
  29. Rovaris BC. Jenipapo (*Genipa americana* L) como corante azul natural. *Ufsc.* 2020;
  30. Dai L, Zhang J, Cheng F. Effects of starches from different botanical sources and modification methods on physicochemical properties of starch-based edible films. *Int J Biol Macromol.* 2019;132:897–905.
  31. Li L, Yuan TZ, Setia R, Raja RB, Zhang B, Ai Y. Characteristics of pea, lentil and faba bean starches isolated from air-classified flours in comparison with commercial starches. *Food Chem.* 2019;276:599–607.
  32. Benbettaïeb N, Chambin O, Assifaoui A, Al-Assaf S, Karbowskiak T, Debeaufort F. Release of coumarin incorporated into chitosan-gelatin irradiated films. *Food Hydrocoll.* 2016;56(2016):266–76.
  33. Calva-Estrada SJ, Jiménez-Fernández M, Lugo-Cervantes E. Protein-Based Films: Advances in the Development of Biomaterials Applicable to Food Packaging. *Food Eng Rev.* 2019;(2019):78–92.
  34. Renhe IRT. Extração e estabilidade do corante azul de Jenipapo (*Genipa americana* L.). *Universidade Federal de Viçosa.* 2008.



## Rotulagem nutricional, uma aliada do consumidor: uma revisão

**Karolaine de Freitas Pereira<sup>1</sup>; Cristiane Teles Lima<sup>2</sup>; Anne Caroline Mendes Oliveira<sup>3</sup>; Larissa Costa de Oliveira<sup>4</sup>; Franciele Maria Pelissari<sup>5</sup>; Tatiana Nunes Amaral<sup>6</sup>**

**Resumo:** O rótulo tem por finalidade orientar o consumidor sobre os constituintes presentes nos alimentos. É de suma importância as informações apresentadas no rótulo nutricional, pois é uma grande aliada na hora de fazer escolhas mais assertivas durante as suas compras. Nos últimos anos pode-se perceber modificações nos hábitos alimentares das pessoas, substituindo alimentos industrializados por alimentos mais saudáveis e minimamente processados. Já que o cenário alimentar anterior estava associado com doenças crônicas não-transmissíveis como a obesidade, diabetes e hipertensão. A qualidade da alimentação é refletida diretamente na qualidade do estado de saúde de cada indivíduo. Entretanto, apenas ter a rotulagem nos produtos não significa que o consumidor entenda a diferença entre cada composição e quantidade de nutrientes explícita na embalagem. É necessário que os rótulos tragam informações claras e objetivas, para que cada pessoa possa escolher qual o alimento mais se adequa na hora de suprir suas necessidades. Além disso, os rótulos trazem informações importantes como contém glúten, contém lactose e declaram a presença de ingredientes como amendoim e nozes para que pessoas que possuem alergias e intolerâncias alimentares possam identificar se aquele alimento está adequado para o seu consumo sem causar danos à sua saúde. Com intuito de trazer melhorias para a rotulagem nutricional, o órgão responsável por tais regras, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), propôs mudanças que irão facilitar a compreensão das informações nutricionais presentes nos rótulos dos alimentos pelos consumidores. O presente trabalho de revisão tem por objetivo elucidar os assuntos pertinentes a rotulagem nutricional, bem como explorar a inovação acerca da nova rotulagem nutricional.

**Palavras-chave:** Alergias. Consumidores. Doenças crônicas. Propriedades nutricionais. Rótulos.

### Introdução

---

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: freitaskarolaine7@gmail.com

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: cris.teles29@hotmail.com

<sup>3</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, PPGCS, UFVJM. E-mail: anne.oliveira@ufvjm.edu.br

<sup>4</sup>Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: larissacooliveira@gmail.com

<sup>5</sup>Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: franciele.pelissari@ict.ufvjm.edu.br

<sup>6</sup>Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, ICT, UFVJM. E-mail: tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br





A rotulagem nutricional nos alimentos de acordo com a legislação atual é obrigatória, e por meio dela é possível assegurar a segurança alimentar, fornecer informações fundamentais sobre o produto alimentício, além de evitar informações enganosas, auxiliando na educação alimentar e prevenção de doenças relacionados à alimentação inadequada. Os componentes que apresentam maior relevância no rótulo para o consumidor são: tabela de informação nutricional, lista de ingredientes, conservação do produto, data de validade e fabricação, lista de alergênico e valor líquido do produto (1).

As informações disponibilizadas nos rótulos permitem o consumidor comparar, substituir e escolher com liberdade alimentos mais seguros, saudáveis e adequados, visto que praticamente todos os alimentos consumidos hoje em dia são de alguma maneira processados. Dessa forma, trazer na rotulagem desses produtos informações sobre a sua composição é de suma importância como, por exemplo, os alimentos ultraprocessados que são preparações altamente palatáveis e práticas, e mesmo não sendo a melhor opção continuam fazendo parte do cardápio dos brasileiros, impactando negativamente na saúde e desencadeando doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT) como: obesidade, diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares e outras associadas (2).

No Brasil existem leis para rotulagem que obrigam que os alimentos comercializados informem no rótulo da embalagem a presença ou ausência de determinadas substâncias. Essas informações são direcionadas a alguns grupos específicos de alimentos, como medida preventiva e de controle, por exemplo, para portadores de má digestão a lactose. Essas medidas de regulamentação quanto à rotulagem, facilitam o controle e a prevenção dos sintomas de intolerâncias e alergias alimentares (3).

A rotulagem nutricional é uma ferramenta estratégica desenvolvida com o propósito de reduzir a exposição do consumidor a abusos da indústria e informações enganosas; promover recursos de acesso à alimentação mais saudável, segura e de qualidade, diminuir a obesidade e a insegurança alimentar; além de prevenir doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Desta forma, é de fundamental importância que haja legislações acerca da rotulagem nutricional como uma aliada para o consumidor, ou seja, sendo uma ferramenta que tem como intuito auxiliar o consumidor a realizar compras assertivas. Portanto, o objetivo do presente trabalho de revisão é elucidar os assuntos pertinentes a rotulagem nutricional, bem como explorar a inovação acerca da nova rotulagem nutricional. E ainda,



reforçar que enquanto consumidores, temos o dever de estar munidos de informações para realizarmos escolhas adequadas e melhores para nossa saúde.

## **Revisão Literária**

### **1. Rotulagem nutricional**

A rotulagem nutricional é toda descrição destinada a informar ao consumidor as propriedades nutricionais de um alimento. Através da rotulagem nutricional, é possível compreender a declaração de valor energético e as quantidades dos principais nutrientes como: carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gordura trans, fibra alimentar e sódio (4).

A rotulagem nutricional é destinada aos alimentos produzidos, comercializados e embalados na ausência do consumidor, independente da origem do alimento. Entretanto, de acordo com a legislação ainda vigente a RDC n° 360/2003, ficam isentos da obrigatoriedade da rotulagem nutricional alimentos como, bebidas alcoólicas, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, especiarias, água mineral, vinagre, sal, produtos fracionados, frutas, vegetais, carne *in natura*, dentre outros (5).

A tabela de informações nutricionais é onde consta todos os nutrientes presentes no alimento e a sua respectiva porção é apresentada de acordo com a quantidade de nutrientes tanto em gramas como em medidas caseiras. As informações referentes a rotulagem nutricional devem estar de acordo com o idioma oficial do país, letras legíveis e lugar visível (6). A declaração do valor energético e nutrientes devem estar disponíveis em valores numéricos. A informação nutricional complementar faz referência ao nutriente que é declarado e esse deve vir acompanhada pelo tipo e a quantidade. A declaração de vitaminas e minerais é optativa desde que atenda a quantidade da Ingestão Diária Recomendada (IDR) que é igual ou maior de 5% por porção do rótulo (7).

De acordo com estudos realizados, é possível perceber que grande parte da população não faz a leitura dos rótulos dos alimentos devido a diversos fatores, como: falta de compreensão, falta de hábito, falta de interesse e desconhecimento da importância (8). Sabendo que o rótulo pode ser utilizado para contribuir na saúde pública do nosso país, é importante que a nossa população tenha acesso a cursos, cartilhas e outros meios de informações para a escolha do alimento que atenda às suas necessidades.



## **2. Rotulagem e saúde**

### **2.1 Rotulagem de alimentos para fins especiais**

O Brasil nas últimas décadas vem apresentando modificações no padrão comportamental relacionado à dieta, associado à mudanças econômicas, culturais, demográficas e ambientais, caracterizando um processo de transição nutricional (9). Essa transição contribui na busca por alimentos mais palatáveis, práticos e fáceis de preparar, levando o consumidor a optar por alimentos industrializados com elevada densidade calórica e grandes quantidades de gorduras, colaborando para um cenário alimentar de doenças crônicas não-transmissíveis como obesidade, diabetes e hipertensão (10, 11, 12).

Desta forma podemos perceber que a qualidade da alimentação é refletida diretamente na qualidade do estado de saúde de cada indivíduo. As mudanças dos hábitos alimentares geralmente estão associadas à necessidade de prevenção e/ou tratamento de doenças (13), elevando assim o aumento do consumo de alimentos *diet* e *light* (14).

Segundo a Resolução RDC n. 54/2012, alimento dietético se denota pela retirada de um componente específico, como açúcar, sal, gordura, entre outros. Enquanto que o alimento *light* possui a mesma composição do produto normal, mas, ao menos um ingrediente é reduzido em 25% ou mais (15). Contudo, nem sempre esses alimentos são isentos de açúcar, sal ou calorias, assim, é necessário que esses produtos não sejam utilizados de maneira desconhecida, principalmente por pessoas que necessitam de orientações alimentares específicas, como os portadores de diabetes e hipertensão (16,17).

Os rótulos alimentares contidos nas embalagens dos produtos são importantes mediadores entre o consumidor e o produto, permitindo o conhecimento de ingredientes e nutrientes contidos em cada alimento, principalmente para os indivíduos portadores de alguma doença crônica ou as demais alergias e intolerâncias. Entretanto, para que haja autonomia dos consumidores às escolhas alimentares, é indispensável que as informações contidas nos rótulos nutricionais sejam de fácil entendimento (18).

### **2.2 Rotulagem nutricional destinada as restrições alimentares**

Os conceitos de alergia alimentar e intolerância alimentar têm sido utilizados, muitas vezes, de forma indiscriminada e inapropriada, mesmo por profissionais da saúde, a qualquer tipo de reação adversa, independente do mecanismo patológico de base (19).



A alergia alimentar surge através de uma reação do organismo a um determinado alimento. Esse processo envolve um mecanismo imunológico e apresenta uma gama de sintomas, variando nas suas características clínicas. Os órgãos mais comuns que manifestam essas reações são: pele, sistema gastrointestinal e respiratório. Podem ser sintomas leves como irritações na pele, ou mais graves comprometendo estômago e intestino (20, 21).

A intolerância alimentar, diferente da alergia, é uma excessiva reação do organismo não relacionada ao sistema imunológico, e sim, a insuficiência e ou ausência de enzimas digestivas produzidas pelo organismo (22). São exemplos de intolerância alimentar: a intolerância ao glúten e a intolerância à lactose.

Como ainda não há cura para esse tipo de condição, essas pessoas não podem consumir os produtos normalmente disponibilizados no mercado, requerendo produtos específicos, livres desses componentes. Muitos ingredientes, ou subcomponentes, que provocam esses problemas, são amplamente utilizados pela indústria, como leite, glúten e nozes. Esses consumidores precisam estar mais atentos ao comprar quaisquer alimentos industrializados e, desta forma, as informações contidas em embalagens e rótulos de produtos são de fundamental importância (23).

A intolerância ao glúten é a incapacidade do organismo em absorver os nutrientes do glúten, que se trata da principal proteína encontrada em alguns cereais. Em verdade, a toxicidade é relativa às partes do glúten, que recebem nomes diferentes de acordo com o cereal. No trigo é a gliadina, na cevada é a hordeína, na aveia é a avenina, no centeio é a secalina e no malte é a cevada (24, 25). Com o objetivo de orientar o consumidor sobre a presença de glúten nos alimentos, a lei nº 10.647 de 16 de Maio de 2003 obriga que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca (26).

A intolerância à lactose está presente em 65% da população mundial (27), e é uma síndrome a qual a pessoa apresenta sintomas gastrointestinais após o consumo de alimentos que contenham lactose. A lactose é um açúcar presente em grande quantidade no leite, quando hidrolisada por uma enzima a lactose gera a galactose e glicose. Algumas pessoas possuem deficiência na produção de lactase, enzima que degrada a lactose (28). Para prevenir o consumidor que possui intolerância à lactose de comprar ou consumir produtos que contenham lactose, foi elaborada a RDC nº136, de 8 de fevereiro de 2017 que estabelece requisitos para a declaração obrigatória de lactose nos rótulos dos alimentos. Sendo que a



declaração da presença de lactose é obrigatória nos alimentos, incluindo bebidas, ingredientes, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, que contenham lactose em quantidade maior do que 100 (cem) miligramas por 100 (cem) gramas ou mililitros do alimento tal qual como exposto à venda (29).

### **3. Normas de rotulagem**

#### **3.1 Inovações na rotulagem nutricional**

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão responsável pela regulação da rotulagem de alimentos, isto significa, que ele estabelece as informações a apresentar-se em um rótulo tencionando à garantia de qualidade do produto e à saúde do consumidor. As regras são necessárias a fim de que as indústrias e/ou serviços de alimentação proporcionem à população rótulos que ajudem na hora da escolha do produto. Portanto, para a melhoria dessas informações e com foco nos consumidores algumas regras para rotulagem dos alimentos passaram por adequações (30).

Em vista disso, em outubro de 2020 a Anvisa publicou sobre mudanças na rotulagem nutricional, as novas normas são contempladas pela RDC n° 429 de 08/10/2020 que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados, e a IN n° 75 de 08/10/2020 que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, estas entram em vigor em outubro de 2022. A partir de consultas públicas e por unanimidade, a ANVISA aprovou novas normas que estabelecem mudanças na legibilidade, no teor, na forma de declaração de informações na tabela de informação nutricional e nas condições de uso das alegações nutricionais, e ainda, com a inovação da rotulagem nutricional frontal (30).

Todo esse empenho tem como propósito facilitar a compreensão das informações nutricionais presentes nos rótulos dos alimentos e assim auxiliar o consumidor a realizar escolhas alimentares mais assertivas (30).

#### **3.2 Rotulagem nutricional frontal**

Nos outros países a rotulagem nutricional frontal já tinha ganhado seu espaço nos rótulos, já que ela proporciona numerosas vantagens para o consumidor na hora de decisão de compra. Desse modo, estimada como a maior inovação dessa norma, para rotulagem nutricional frontal no Brasil foi adotado o símbolo informativo com um design de uma lupa





na parte da frente da embalagem do produto (figura 1). A fim de transmitir ao consumidor, de forma clara e simples, sobre o alto conteúdo de nutrientes que têm relevância para a saúde, sendo listados três: açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio (30).

Figura 1 – Rotulagem frontal.



Fonte: Adaptada da Anvisa, 2022.

## Conclusão

No presente estudo, foi ressaltado a importância da rotulagem nutricional de alimentos industrializados a partir das legislações vigentes e a nova legislação. Procurou-se destacar as principais informações presentes na rotulagem nutricional e como a rotulagem pode ser uma aliada à nossa saúde prevenindo alergias e intolerância dos componentes presentes nos alimentos. Sendo assim, conclui-se que a contribuição de leis relacionados a rotulagem dos alimentos é de extrema importância pois ela assegura o direito do consumidor a escolhas de alimentos adequados a saúde e estilo de vida.

## Referências Bibliográficas

1. DE MENEZES, B. F.; DO CARMO, M. M. R. A importância da rotulagem alimentar e nutricional para a autonomia alimentar do consumidor. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 23114-23116, 2022.
2. PEREIRA, L. G.; FERREIRA, M. S.; MARQUES, F. P. Intolerância à Lactose e os aspectos legais de rotulagem. **Anais dos Cursos de Pós-Graduação Lato Sensu UniEVANGÉLICA**, v. 03, n. 01, p. 281-311, 2019.
4. DA SILVA BARROS, L. *et al.* Rotulagem nutricional de alimentos: utilização e compreensão entre estudantes. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 90688-90699, 2020.
5. BRASIL. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Ministério da saúde**. Disponível em: <<http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27327>>. Acesso em: 29 abr. 2022
6. FONTES, V. S. *et al.* Avaliação da rotulagem nutricional de biscoitos recheados com



apelo infantil. **Revista de Atenção Primária a Saúde**, Juiz de Fora, v. 23, n. 2, p. 287-300, 2019-2020.

7. FERREIRA, A. B.; LANFER-MARQUEZ, U. M. Legislação brasileira referente à rotulagem nutricional de alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 83-93, 2007.

8. SOUZA S. M. F. C. *et al.* Utilização da informação nutricional de rótulos por consumidores de Natal, Brasil. **Revista Panam Salud Publica**, Natal, v. 29, n. 5, p. 337–343, 2011.

9. BARROS, D. M. *et al.* A influência da transição alimentar e nutricional sobre o aumento da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.7, p. 74647-74664, 2021.

10. CASTRO, T. G. *et al.* Caracterização do consumo alimentar, ambiente socioeconômico e estado nutricional de pré-escolares de creches municipais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 3, 2015.

11. SAKURAI, M. *et al.* Dietary carbohydrate intake, presence of obesity and the incident risk of type 2 diabetes in Japanese men. **Journal of Diabetes Investigation**, Nova Jersey, v. 7, n. 3, p. 343-351, 2016.

12. GIBNEY, M. J. *et al.* Ultra-processed foods in human health: a critical appraisal. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Singapore, v. 106, n. 3, p. 717-724, 2017.

13. OBAFEMI, O. T. *et al.* Antidiabetic potential of methanolic and flavonoid-rich leaf extracts of *Synsepalum dulcificum* in type 2 diabetic rats. **Journal of Ayurveda and Integrative Medicine**, Bangalore, v. 3, n. 4, p. 1-9, 2017.

14. WANDERLEY, L. B.; GUIMARÃES, M. M. R. **Análise de conformidade da rotulagem de alimentos lácteos intitulados diet e light**. 2021. 16 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Nutrição) - Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife, 2021.

15. BRASIL. Regulamento técnico de Informação Nutricional Complementar – INC – RDC n.54/2012. **Ministério da Saúde**, 2012. Disponível em: <



[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.html#:~:text=O%20presente%20Regulamento%20T%C3%A9cnico%20se,e%20prontos%20para%20oferta%20aos](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html#:~:text=O%20presente%20Regulamento%20T%C3%A9cnico%20se,e%20prontos%20para%20oferta%20aos)>. Acesso em: 02 maio 2022.

16. BRASIL. Desmistificando Dúvidas sobre Alimentação e Nutrição: material de apoio para profissionais de saúde. **Ministério da Saúde**, 2016. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/desmistificando\\_duvidas\\_sobre\\_alimenta%C3%A7%C3%A3o\\_nutricao.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/desmistificando_duvidas_sobre_alimenta%C3%A7%C3%A3o_nutricao.pdf)>. Acesso em: 02 maio 2022.

17. QUEIROZ, P. M. **Consumo e utilização de adoçantes por portadores de diabetes mellitus tipo 2**. 2020. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

18. MORAIS, A. C. B. *et al.* Consumers knowledge and use of nutritional information on food labels. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, Rio de Janeiro, v. 15, p. 1-14, 2020.

19. DAVID, T. J. Reações adversas e intolerância a alimentos. **Boletim médico britânico**, p. 34-50, 2020.

20. BINSFELD, B. de L. *et al.* Conhecimento da rotulagem de produtos industrializados por familiares de pacientes com alergia a leite de vaca. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 296 – 302, 2009.

21. ASBAI. Alergia alimentar. **Associação Brasileira de Alergia e Imunologia**, 2009. Disponível em: <<http://www.asbai.org.br/secao.asp?s=81&id306>>. Acesso em: 02 maio 2022.

22. ABIA. Padrão ABIA para o Atendimento ao Consumidor pelas Indústrias de Alimentos. **Associação Brasileira da Indústria de Alimentos**, 2014. Disponível em: <<http://www.abia.org.br/vsn/anexos/03PadraoABIA-versaofinalrevisada-jul-14.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2022.

23. SOUZA, C. C. F. **Consumidores com intolerância ou alergia alimentar: um estudo exploratório sobre suas estratégias de compra**. 2017. 56 f. Trabalho de conclusão de curso



(Graduação em Administração de Empresas). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

24. BENASSI, V.T. Orientações e receitas para uma alimentação com soja e livre de glúten. **Embrapa**, Brasília, 2013.

25. WOODWARD, J. Doença Celíaca. **Medicamento**, v.39, n.3, p.173- 177, 2010.

26. MAPA. Lei nº 10.647, de 16 de maio de 2003. **Ministério da Agricultura, Pecuária de Abastecimento**, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/lei-no-10-674-de-16-de-maio-de-2003.pdf/view>>. Acesso em: 28 abr. 2022.

27. BATISTA, R. A. B.; ASSUNÇÃO, D.C.B.; PENAFORTE, F.R.D.O.; JAPUR C.C. Lactose em alimentos industrializados: avaliação da disponibilidade da informação de quantidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 12, p. 4119-28, 2018.

28. GOH, L. H.; MOHD, S. R.; GOH, K. L. Deficiência de lactase e intolerância à lactose em uma população asiática multiracial na Malásia. **JGH Aberto**, v. 2, n. 6, p.307-310, 2018.

29. BRASIL. RESOLUÇÃO - RDC Nº 136, DE 8 DE FEVEREIRO DE 2017. **Diário Oficial da União**, 2017. Disponível em: <[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20794620/do1-2017-02-09-resolucao-rdc-n-136-de-8-de-fevereiro-de-2017-20794494](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20794620/do1-2017-02-09-resolucao-rdc-n-136-de-8-de-fevereiro-de-2017-20794494)>. Acesso em: 02 maio 2022.

30. ANVISA. Rotulagem de Alimentos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/rotulagem>>. Acesso em: 02 maio 2022.



## Uso de resíduos agroindustriais para a produção de nanopartículas de celulose

Isabela Costa Onnis<sup>1</sup>; Leticia Moraes Costa Teixeira<sup>2</sup>; Franciele Maria Pelissari<sup>3</sup>

**Resumo:** O crescente aumento da quantidade de resíduos gerados pelas agroindústrias e o acúmulo de lixo não-biodegradável são um dos grandes problemas ambientais que as nações enfrentam atualmente, sendo a indústria de alimentos uma das grandes responsáveis pela geração do elevado volume de resíduos, decorrentes da produção, preparação e consumo de alimentos. Uma alternativa para diminuir os resíduos agroindustriais, é a sua utilização para o desenvolvimento de nanomateriais. Os nanomateriais quando são adicionados a polímeros compatíveis eles podem aprimorar drasticamente as propriedades dos nanocompósitos resultantes. Uma vez que esses materiais possuem uma alta relação superfície-volume e atividade superficial devido às suas dimensões nanométricas, originando materiais com alta resistência mecânica, estabilidade térmica e condutividade elétrica. A nanocelulose é um nanomaterial que tem despertado muito interesse ao longo da última década devido às suas propriedades únicas, associadas à dimensão nanométrica. Dentre os diversos tipos de resíduos agroindustriais, tem aqueles ricos em materiais lignocelulosicos, sendo alguns deles: fibra de casca de coco, casca de banana, tegumento da manga, casca de mandioca, bagaço da laranja, palha de trigo, resíduos de cerveja, alcaçuz e algodão. Diante do exposto o objetivo deste trabalho é apresentar e constatar o grande potencial da utilização dos resíduos agroindustriais ricos em lignocelulose para o isolamento de nanopartículas de celulose e posterior aplicação como materiais de reforço.

**Palavras-chave:** Nanomaterias. Nanotecnologia. Nanocelulose. Biomateriais. Reaproveitamento.

### Introdução

A quantidade de subprodutos gerados a partir do processamento em agroindústrias é alto, sendo muitas vezes utilizado como ração animal, mas em muitos casos, esses resíduos são descartados e atuam como fonte de contaminação ambiental. Além deste problema, ocorre o desperdício desses subprodutos, que causam perdas enormes na economia, diminuindo a disponibilidade de recursos e fonte de renda para a população (1). Em 2015, a Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável (2) estimou-se que tenham sido gerados 202,18 milhões de

---

<sup>1</sup>Aluno, Instituto de Ciências e Tecnologias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. isabelaonnis@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Aluno, Instituto de Ciências e Tecnologias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. leticiamoraes1408@gmail.co.

<sup>3</sup>Professor, Instituto de Ciências e Tecnologias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. fpelissari@hotmail.com





toneladas de resíduos da agricultura, da pecuária, da silvicultura, das indústrias de beneficiamento de alimentos e bebidas, das indústrias de papel-celulose e do setor madeireiro–moveleiro.

A celulose é um biopolímero abundante e natural, muito encontrada nos resíduos agroindustriais e que está sendo amplamente utilizado por causa de suas propriedades físicas, químicas e de barreira. A celulose (35 a 50% em peso seco) obtida de árvores está presente nas paredes celulares junto com outros componentes principais, como a lignina (10 a 25% em peso seco) e hemicelulose (20 a 35% em peso seco) na forma de fibras. Para eliminar os componentes indesejáveis, a lignina e a hemicelulose, são realizados processos de extração por métodos físicos, químicos, biológicos e mecânicos, com o objetivo de obter a nanocelulose (3).

Diante disto os objetivos deste trabalho são: apresentar os principais tipos de resíduos lignocelulósicos gerados pelas agroindústrias, explicar os métodos de obtenção da nanocelulose, apresentar exemplos encontrados de obtenção de nanocelulose a partir de resíduos agroindustriais e suas aplicações.

## **1 Resíduos agroindustriais**

O crescente acúmulo de lixo não-biodegradável, aliado às dificuldades de reciclagem da maioria das embalagens sintéticas disponíveis, são um dos grandes problemas ambientais que as nações enfrentam atualmente. Tão sério quanto esse problema, aparece o aumento da produção de resíduos (cascas, talos, sementes) pelas agroindústrias (4). A Organização das Nações Unidas Para a Alimentação e a Agricultura (FAO), estimou-se em 2013 que a produção mundial de resíduos agroindustriais atingiria 1,3 bilhões de toneladas por ano, um valor extremamente alto que evidencia a necessidade de encontrar soluções para estes resíduos.

A utilização dos resíduos agroindustriais para a extração de fibras vegetais de tamanho nanométrico vem sendo exploradas como materiais de reforço para produção de nanocompósitos. Sendo assim, a interação entre esses materiais se torna mais efetiva quando comparadas com aquelas que possuem dimensões micrométricas (5).

### **1.1 Propriedades e características dos resíduos**

Os principais resíduos oriundos das indústrias de processamento de grãos, frutas e hortaliças são o bagaço, as tortas, refugo, cascas, palhas, sementes e as folhas. Na cultura milho, cerca de 50%, de toda a biomassa produzida, são resíduos que vão permanecer no campo; cerca de 30% vão ficar



com resíduos no processamento e menos de 20% vão corresponder aos grãos do milho. Na cultura do arroz os principais resíduos resultantes do beneficiamento do arroz são a palha e a casca que corresponde a 20 ou 25% do peso dos grãos. Com relação à cultura da banana, um dos principais resíduos resultantes é o pseudocaule da bananeira, que pode ser utilizado para a produção de etanol, papeis especiais e biogás. Na cultura da laranja, as sementes, podem ser fonte de óleo vegetal e proteínas para o consumo humano. Já na produção de coco estima-se que 20% da fibra não seja reutilizada, mas depositada em lixões ao céu aberto ou em aterros sanitários, onde, 80% a 85% do peso bruto do coco verde corresponde a resíduo (6).

## 2 Nanotecnologia

A nanotecnologia se refere ao estudo e às aplicações tecnológicas de objetos e dispositivos que tenham ao menos uma de suas dimensões físicas menores que, ou da ordem de algumas dezenas de nanômetros (7). Com a redução do tamanho das partículas a área superficial aumenta, proporcionando propriedades únicas e específicas, e tornando-as mais biologicamente ativas, de modo a serem empregadas como catalisadores em reações químicas (8).

A nanotecnologia tem aplicações em diferentes áreas da segurança alimentar, desde o processamento de alimentos até ensaios para detecção de contaminantes. Os nanomateriais podem ser classificados em três classes principais: 1) partículas; 2) plaquetas; e 3) fibras. Quando são adicionados a polímeros compatíveis eles podem aprimorar drasticamente as propriedades dos nanocompósitos resultantes. Uma vez que esses materiais possuem uma alta relação superfície-volume e atividade superficial devido às suas dimensões nanométricas, originando materiais com alta resistência mecânica, estabilidade térmica e condutividade elétrica (9), sendo, portanto, promissores como materiais de reforço no setor de embalagens alimentícias.

### 2.1 Nanocelulose

A celulose é o polímero biodegradável renovável mais abundante do mundo estando presente em plantas, bactérias e animais, assim como na composição estrutural de madeira, algodão, fibras naturais e materiais lignocelulósicos. É um polissacarídeo de fórmula geral ( $C_6H_{10}O_5$ ) constituído exclusivamente por unidades de D-glicose unidas por ligações glicosídicas do tipo  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4), dando origem a um polímero linear (10). A celulose nativa tem diâmetro entre 3-4 nm e possui domínios



que podem ser considerados regiões desordenadas amorfas, bem como, domínios cristalinos de alta ordem (11).

As nanofibras de celulose possuem características únicas, tais como alta razão superfície-volume e a formação de uma malha altamente porosa em comparação com as fibras comerciais. São excelentes agentes de reforço em diversas matrizes poliméricas, uma vez que, oferecem uma combinação única de extraordinárias propriedades físicas e benefícios ambientais (12).

A nanocelulose pode ser isolada a partir de fontes vegetais pelos métodos top-down (de cima para baixo) e bottom-up (de baixo para cima). Os métodos top-down incluem tratamentos enzimáticos, químicos e mecânicos para o isolamento de nanopartículas a partir de resíduos lignocelulósicos, enquanto os métodos bottom-up envolvem a produção de nanocelulose a partir de glicose por bactérias. Toda a celulose bacteriana é necessariamente nanocelulose, uma vez que as bactérias unem as fibrilas em nanoescala. A celulose bacteriana possui alta pureza e exige menos energia para purificação, quando comparada à celulose vegetal (13). A morfologia e as propriedades das nanopartículas de celulose dependem de sua fonte de origem. Portanto, seu desempenho como materiais de reforço dependerá da fonte de obtenção (14).

A nanocelulose vegetal é tipicamente dividida em duas categorias principais: nanofibras de celulose e nanocristais de celulose. Os nanocristais de celulose são obtidos por meio de hidrólise ácida, tem forma de bastonetes, e seu processo permite a remoção das regiões amorfas das fibrilas elementares de celulose restando apenas as regiões cristalinas (10). As nanofibras são obtidas pela desintegração mecânica da polpa celulósica em água, denominada celulose microfibrilada e celulose nanofibrilada, a qual promove o rompimento da parede celular e exposição das fibrilas e microfibrilas de dentro das fibras. Os métodos mecânicos podem ser realizados utilizando homogeneizadores de alta pressão, moedores, refinadores ou mesmo tratamentos de ultrassom de alta intensidade (15).

### **3 Métodos para obtenção de nanocelulose vegetal**

A biomassa lignocelulósica é constituída principalmente de três polímeros: celulose, hemicelulose e lignina. Devido à sua heterogeneidade e cristalinidade, no entanto, a utilização direta da biomassa pelos microorganismos é extremamente lenta. A separação eficiente dos componentes constituintes da biomassa representa um dos principais obstáculos à utilização eficiente dos recursos renováveis. No entanto, essa separação se faz necessária para aplicação efetiva no campo nanotecnológico atual, podendo ser produzida a partir de métodos químicos, físicos e biológicos,



utilizando vários tipos de equipamentos e combinações de tratamentos químicos, enzimáticos e/ou mecânicos (15).

### **3.1 Hidrólise Ácida**

A extração da nanocelulose a partir de materiais lignocelulósicos é comumente realizada por hidrólise ácida a fim de eliminar as frações de celulose amorfa e obter nanocristais de celulose (NCC) ou nanofibras de celulose (NFC). Quando a celulose é submetida à hidrólise ácida ocorre remoção das suas partes amorfas e se obtém a celulose semicristalina, que pode ser desfibrilada através de tratamento mecânico obtendo-se assim as nanofibras de celulose (16). O tratamento com ácido forte despolimeriza a celulose e normalmente extrai os nanocristais de celulose, que possuem uma morfologia semelhante a uma agulha e formato estreito. Dentre os diversos métodos de preparação de nanocelulose, a hidrólise ácida é a mais conhecida e amplamente utilizada, devido as regiões cristalinas serem insolúveis em ácido (14).

### **3.2 Hidrólise Enzimática**

A hidrólise enzimática envolve alto custo de produção, pois requer o uso de técnicas de purificação para a concentração de enzimas (17). Mas em compensação, a utilização desse método vem crescendo devido ao emprego de condições brandas de processo, apresentando vantagens do ponto de vista operacional e ambiental. É um processo que vem sendo muito combinado ao processo de desintegração mecânica, pois são obtidos materiais com maior cristalinidade, além disso, obtém um melhor resultado devido a redução dos gastos energéticos obtidos nos processos mecânicos. A vantagem proporcionada pela combinação dos processos enzimáticos e mecânicos é a obtenção de processos mais rápidos dos que os puramente enzimáticos, e com menor custo energético dos que os puramente mecânicos (18).

### **3.3 Alta-Pressão**

O tratamento de homogeneização a alta pressão (HAP) é uma alternativa aos demais métodos devido à sua tecnologia eficiente para refino de biomassa, simplicidade, alta eficiência e falta de exigência de solventes orgânicos. Na HAP uma dispersão de partículas é impulsionada com alta pressão através de uma cavidade estreita e rápida em uma curta distância, com alta velocidade ao encontro de uma barreira. A colisão com a barreira permite a formação de nanopartículas com



diâmetros pequenos. Essa técnica tem a grande vantagem de produção de nanocarreadores em larga escala, em geral, partículas abaixo de 500 nm. Além disso, sua produção possui estreita faixa de diâmetro e partículas, e não utiliza solventes orgânicos. (19).

### **3.4 Autoclave-explosão por vapor**

O processo de explosão de vapor baseia-se em submeter o material lignocelulósico em um reator sob ação da pressão e vapor d'água, onde a temperatura e pressão são elevadas e controladas. Onde logo depois será realizada uma despressurização, rapidamente. É importante realizar esse procedimento aliado a outros tratamentos, como o braqueamento, pois a combinação deles causa a solubilização de hemiceluloses, parcial despolimerização dos componentes da lignina e abertura da matriz da fibra através do rompimento de ligações intra e intermoleculares (20).

### **3.5 Tempo**

A utilização do reagente N-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, também conhecido como método tempo para oxidação da celulose é um método muito eficaz e bastante discutido na literatura. Uma vez que esse reagente faz a modificação seletiva da superfície da celulose oxidando os álcoois primários e secundários em condições brandas, e além disso, o tempo de reação é reduzido. Este pré-tratamento ocorre através da oxidação de fibras de celulose com a adição de NACIO na presença de quantidades catalíticas de TEMPO e NaBr em pH 10-11, à temperatura ambiente. Uma outra vantagem é que esse método é utilizado para a obtenção de nanofibras de celulose de origem vegetal, apresentando vantagens em relação a outros métodos utilizados, devido a suas características de alta taxa de reação, alta relação de conversão, alta seletividade e diminuição parcial do peso molecular dos polissacarídeos durante o processo (21). Além disso, a utilização do método Tempe não apresenta reatividade em presença de ar, luz ou umidade, podendo ser estocado e utilizado sem condições especiais (22).

## **4 Obtenção de nanocelulose a partir de resíduos agroindustriais**

Em geral, o descarte inadequado de resíduos agroindustriais traz consequências problemáticas ao meio ambiente. Parte desses resíduos é composto por fibras oriundas de plantas, constituídos por materiais lignocelulósicos (23) (16). O aproveitamento de fibras de distintas fontes vegetais, como





resíduos agroindustriais, tem fomentado o interesse de pesquisadores para a obtenção de nanocelulose. Dentre os resíduos estudados podemos citar aqueles oriundos, bagaço da laranja (17), palha de trigo (24), resíduos de cerveja (25), alcaçuz (26), algodão (16) entre outros.

Abu-danso et al. (2017) isolaram nanofibras de celulose (NFC) e nanocristais de celulose (NCC), por diferentes métodos, a partir da polpa do algodão. Para a obtenção das NFCs utilizou-se o método de dissolução do algodão a partir de uma mistura de NaOH-tioureia-ureia- $H_2O$  a  $-3^\circ C$ , enquanto que para obtenção das NCCs realizou-se uma hidrólise ácida com ácido sulfúrico. Observou-se que os agentes de dissolução (álcalis, uréia, tioureia e água) influenciaram na natureza amorfa e cristalina das NFCs.

No estudo realizado por Espinosa et al. (2019) nanofibras de celulose foram extraídas a partir da palha de trigo. Inicialmente realizou-se dois pré-tratamentos, mecânico e enzimático. Constatou-se que o processo de extrusão dupla-rosca quando associado a um pré-tratamento enzimático, apresentou uma redução no gasto energético do processamento em cinco vezes, quando comparada aos outros métodos, além disso, esse processo forneceu uma alternativa vantajosa para ambos os métodos de fibrilação mecânica.

Zhao et al. (2015) extraíram nanofibras de celulose da palma de coco (*Cocos nucifera L.*) utilizando em algumas amostras apenas processos mecânicos, sendo eles: trituração, trituração seguida por ultrassom e trituração seguida por homogeneização e em outra amostra a associação do tratamento mecânico a um pré-tratamento químico. A amostra pré-tratada quimicamente apresentou maior remoção da hemicelulose e lignina, obtendo uma celulose mais pura. Os processos de ultrassom e homogeneização promoveram a redução dos diâmetros das fibrilas de celulose.

Cypriano; Da Silva; Tasic, 2018, produziram etanol, hesperidina e nanocelulose a partir do resíduo industrial de fabricação do suco de laranja. Realizou-se três processos independentes, dentre eles a hidrólise enzimática do resíduo, sendo que a nanocelulose foi produzida por extração, branqueamento e nanonização. Han; Yu; Wang, (2018) extraíram nanocelulose do resíduo de alcaçuz (NCA). A nanocelulose foi produzida a partir de uma hidrólise ácida, além disso, foi incorporada ao isolado de proteína de soja (IPS) para a produção de nanocompósitos, onde percebeu-se que a adição de NCA melhorou significativamente as propriedades dos filmes.

## **5 Aplicações da nanocelulose**



A nanocelulose apresenta alto potencial de aplicação, em setores variados, como, por exemplo, indústria de papel, fármacos e cosméticos, produção de produtos para o setor de construção civil, embalagens, indústria eletrônica e elétrica, setor têxtil, anti-chama, artigos esportivos como tênis e bolas de boliche, nanofiltros, aditivos de tintas, nos modernos tratamentos terapêuticos, entre outros. Outra aplicação para a nanocelulose é a produção de bionanocompositos, que são caracterizados por possuir pelo menos uma de suas dimensões na escala nanométrica (27).

## Conclusão

As grandes quantidades de resíduos gerados pela agroindústria, causam problemas ambientais, acúmulo de lixo e além disso, o não aproveitamento desses subprodutos da agroindústria aumenta os custos no processo de produção/beneficiamento. Com os avanços da nanotecnologia, observa-se a possibilidade de extração de nanocelulose a partir de fibras vegetais oriundas dos resíduos agroindustriais se apresenta como um material promissor, uma vez que é um material biodegradável e além disso é facilmente encontrado na natureza. Seu mercado de utilização é amplo, podendo ser aplicado em diversos ramos como farmacêutica, medicina, cosméticos, tintas, revestimentos, entre outros. Desta forma essa revisão apresenta as vantagens do aproveitamento das fibras de celulose para produção de nanocelulose a partir de resíduos agroindustriais, onde apresenta benefícios para o mercado industrial e para o meio ambiente, sendo necessário cada vez mais estudos aprofundados nesta área.

## Referências Bibliográficas

1. VIANA, L.G.; CRUZ, P. S. **Reaproveitamento de resíduos Agroindustriais**. IV Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Bahia, 2016, 1-3.
2. ABIB – Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável. **Atlas Brasileiro Biomassa e Energia**. (2016). Curitiba, Paraná.
3. LASRADO, D.; AHANKARI, S.; KAR, K. Nanocellulose-based polymer composites for energy applications—A review. **Journal of Applied Polymer Science**, p. 1-14, 2020.
4. SCHNEIDER, V. E. *et al.* Caderno de Diagnóstico: **Resíduos Agrosilvopastoris I**. Ministério do Meio Ambiente. p. 269, 2011.
5. FAVIER, V.; CHANZY, H.; CAVAILLE, J. Y. Polymer nanocomposites reinforced by cellulose whiskers. **Macromolecules**, v. 28, n. 18, p. 6365-6367, 1995.



6. CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.
7. TOLEDO, A. M. N.; SOUZA SOARES, L. A. Bionanopartículas: principais aspectos e aplicações da matéria orgânica em escala nanométrica. **Holos**, v. 1, p. 340, 15 fev. 2016.
8. DISNER, G. R.; CESTARI, M. M. Nanociência & Nanotecnologia. **Evidência - Ciência e Biotecnologia**, v. 16, n. 1, p. 71, 26 set. 2016. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/evidencia/article/view/10660>>.
9. MIHINDUKULASURIYA, S. D. F.; LIM, L. T. Nanotechnology development in food packaging: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 40, n. 2, p. 149–167, 2014.
10. FILHO, M. DE S. *et al.* (2012). **Obtenção de Nanocelulose Extraída das Fibras do Caroço de Manga Tommy Atkins**. Embrapa Agroindústria Tropical, 192, 4.
11. ABU-DANSO, E., SRIVASTAVA, V., SILLANPÄÄ, M., & BHATNAGAR, A. Pretreatment assisted synthesis and characterization of cellulose nanocrystals and cellulose nanofibers from absorbent cotton. **International Journal of Biological Macromolecules**, 102, 248–257, 2017.
12. ABRAHAM, E. *et al.* Extraction of nanocellulose fibrils from lignocellulosic fibres: A novel approach. **Carbohydrate Polymers**, v. 86, n. 4, p. 1468–1475, out. 2011.
13. DE AMORIM, J. D. P. *et al.* Plant and bacterial nanocellulose: production, properties and applications in medicine, food, cosmetics, electronics and engineering. A review, **Environmental Chemistry Letters**, v. 18, p. 851–869, 2020.
14. HENRIQUE, M. A. *et al.* Valorization of an agro-industrial waste , mango seed , by the extraction and characterization of its cellulose nanocrystals. **Journal of Environmental Management**, 121, 202–209, 2013.
15. SANTOS, D. B. dos. **Propriedades ópticas de suspensões coloidais e filmes à base de nanocelulose**. 2012. Universidade Estadual Paulista, 2012.
16. CYPRIANO, D. Z. *et al.* A Biomassa da Laranja e seus Subprodutos. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 176–191, 2017.
17. MARIÑO, M. A., REZENDE, C. A., & TASIC, L. A multistep mild process for preparation of nanocellulose from orange bagasse. **Cellulose**, 25(10), 5739–5750, 2018.
18. HENRIKSSON, M. *et al.* An environmentally friendly method for enzymeassisted preparation of microfibrillated cellulose (MFC) nanofibers. **European Polymer Journal**, v. 43, n. 8, p. 3434–3441, 2007.
19. LI, J. *et al.* Homogeneous isolation of nanocellulose from sugarcane bagasse by high pressure homogenization. **Carbohydrate Polymers**, v. 90, n. 4, p. 1609–1613, 2012.



20. LÓPEZ-LINARES, J. C. *et al.* Optimization of uncatalyzed steam explosion pretreatment of rapeseed straw for biofuel production. **Bioresource technology**, [S.l.], v. 190, p. 97-105, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25935389>>
21. NASCIMENTO, E. S. **Filmes nanocompósitos à base de celulose bacteriana e nanocristais de celulose**. Tese (doutorado em Engenharia Química), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 94p. 2018.
22. SOUZA, M. V. N.; Utilização do TEMPO (N-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina) na oxidação de álcoois primários e secundários. **Química Nova**, 2004.
23. PELISSARI, F. M. *et al.* Nanocomposites based on banana starch reinforced with cellulose nanofibers isolated from banana peels. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 505, p. 154–167, 2017.
24. ESPINOSA, E., ROL, F., BRAS, J., & RODRÍGUEZ, A. Production of lignocellulose nanofibers from wheat straw by different fibrillation methods. Comparison of its viability in cardboard recycling process. **Journal of Cleaner Production**, 239, 118083, 2019.
25. SHAHABI-GHAHFARROKHI, I.; KHODAIYAN, F.; MOUSAVI, M. Green bionanocomposite based on kefir and cellulose nanocrystals produced from beer industrial residues. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 77, p. 85–91, 2015.
26. HAN, Y.; YU, M.; WANG, L. Soy protein isolate nanocomposites reinforced with nanocellulose isolated from licorice residue: Water sensitivity and mechanical strength. **Industrial Crops & Products**, v. 117, n. March, p. 252–259, 2018.
27. DELGADO, G. C. Economics and governance of nanomaterials: potential and risks. **Technology in Society**, v. 32, n. 2, p.137-144, 2010.
28. ZHAO, Y. *et al.* Fabrication and characteristics of cellulose nanofibril films from coconut palm petiole prepared by different mechanical processing. **Industrial Crops & Products**, v. 65, p. 96–101, 2015.
29. FAO. Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade. Disponível em: <http://www.fao.org.br/daccatb.asp>. Acesso em: 20 de Julho de 2020.