



AGRON FOOD
ACADEMY

VOL 3

CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PESQUISAS E AVANÇOS

ORGANIZADORES

JACKSON ANDSON DE MEDEIROS

ELLEN GODINHO PINTO

WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS

CAROLINA MADAZIO NIRO



AGRON FOOD
ACADEMY

VOL 3

CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PESQUISAS E AVANÇOS

ORGANIZADORES

JACKSON ANDSON DE MEDEIROS

ELLEN GODINHO PINTO

WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS

CAROLINA MADAZIO NIRO



Venda proibida



Open access



Revisado por pares

EDITORA-CHEFE

Carolina Madazio Niro

CORPO EDITORIAL

Carolina Madazio Niro
Ellen Godinho Pinto
Jackson Andson de Medeiros
Wiaslan Figueiredo Martins

REVISÃO FINAL

Carolina Madazio Niro

CAPA

Carolina Madazio Niro

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

Ciência e tecnologia de alimentos [livro eletrônico] : pesquisas e avanços / organização Jackson Andson de Medeiros...[et al.]. -- 1. ed. -- Jardim do Seridó, RN : Agron Food Academy, 2022.
PDF.

Outros organizadores : Ellen Godinho Pinto, Wiaslan Figueiredo Martins, Carolina Madazio Niro.

Bibliografia.
ISBN 978-65-995396-9-5

1. Alimentos 2. Alimentos - Produção
3. Tecnologia de alimentos I. Medeiros, Jackson Andson de. II. Pinto, Ellen Godinho. III. Martins, Wiaslan Figueiredo. IV. Niro, Carolina Madazio

22-124857

CDD-664

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia de alimentos 664

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



doi.org/10.53934/9786599539695

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

Agron Food Academy
agronfoodacademy.com

Apresentação

Com o projeto do e-book “Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços”, volume 3, pretende-se divulgar os mais recentes estudos da área, visando ajudar estudantes, pesquisadores e profissionais a terem novas perspectivas sobre as temáticas trabalhadas.

Nesse contexto, o e-book trabalhou dentro dos eixos temáticos: Análises físico-químicas de alimentos; Microbiologia de alimentos; Pesquisa e desenvolvimento em alimentos; Química e bioquímica de alimentos; Segurança de alimentos; e Ciência sensorial e estudos de consumo.

Comissão avaliadora

Me. Carolina Madazio Niro

Me. Ellen Godinho Pinto

Me. Jackson Andson de Medeiros

Dr. Wiaslan Figueiredo Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 **11**

APLICAÇÃO DE RESSONÂNCIA PLASMÔNICA DE SUPERFÍCIE NA CIÊNCIA DE ALIMENTOS: UMA FERRAMENTA PODEROSA PARA DESVENDAR OS MECANISMOS DE COMPLEXAÇÃO PROTEÍNAS-BIOATIVOS

Gláucia Valéria Fonseca Leonel ; Isabela Araujo Marques ; Yara Luiza Coelho ; Luis Henrique Mendes da Silva ; Ana Clarissa dos Santos Pires 



CAPÍTULO 2 **31**

PESQUISA MERCADOLÓGICA PARA ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO DE REQUEIJÃO SABOR BACON

Raquel Coldibelli Ribeiro ; Otávio Augusto Guidini ; Ariane Renata Serapião Silva ; Mariana Borges de Lima Dutra 


CAPÍTULO 3 **39**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DE GIRASSOL ADICIONADO DE EXTRATOS DE FOLHA DE LOURO (*Laurus nobilis*) SOB ESTOCAGEM ACELERADA EM ESTUFA

Maíra de Oliveira Namorato Caetano ; Neuza Jorge 




CAPÍTULO 4 **51**

AVALIAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA DE BARRAS DE CEREAIS ELABORADAS COM FARINHA DO TEGUMENTO E DA AMÊNDOA DA MANGA VARIEDADE “ESPADA”

Patrícia Maria de Araújo Gomes 

CAPÍTULO 5 **59**








ASPECTOS TECNOLÓGICOS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA KOMBUCHA: UMA REVISÃO

Calionara Waleska Barbosa de Melo ; Raquel Coldibelli Ribeiro ; Juliana Martins Braz 

CAPÍTULO 6

77






ESTUDO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE POLPAS DE FRUTAS ARTESANAIS CONGELADAS PRODUZIDAS POR AGRONEGÓCIOS FAMILIARES DA REGIÃO DO BAIXO PARNAÍBA – MA

Longuistayne Rocha Sousa ; Vinicius de Oliveira Machado ; Alane Lima dos Santos ; Renan Candeira Alves ; André da Silva Freire ; Lorena Carvalho Martiniano de Azevedo ; Djavania Azevêdo da Luz 

CAPÍTULO 7

91


AVALIAÇÃO DO TEOR DE CARBOIDRATOS, SÓDIO E ACIDEZ EM REFRIGERANTES CONVENCIONAL E DIETÉTICO COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE SOBRAL – CEARÁ

Danilo Andrade de Aragão ; Paulo Adenes Teixeira Coelho ; Alana Cavalcante dos Santos ; Wanderléia de Aguiar Policarpo ; Márcia Facundo Aragão 

CAPÍTULO 8

105




FISIOLOGIA SENSORIAL E AS ALTERAÇÕES NO OLFATO E NO PALADAR DECORRENTES DA COVID-19

Vanessa Caroline de Oliveira 

CAPÍTULO 9

116

ROTULAGEM DE ALIMENTOS E INFORMAÇÃO NUTRICIONAL: REFLEXÕES SOBRE SUA COMPREENSÃO PELO CONSUMIDOR.

Amanda Chaves Rizzi ; Rosiane Andréia Flauzino Lalucci ; Andreia de Oliveira Massulo 

CAPÍTULO 10

134






EMBALAGENS ATIVAS ANTIMICROBIANAS COMO MEDIDA DE PROTEÇÃO CONTRA COVID-19: UMA PESQUISA COM CONSUMIDORES

Marcela Mattos e Fontes ; Clara Suprani Marques ; Taíla Veloso de Oliveira ; Nilda de Fátima Ferreira Soares 

CAPÍTULO 11







145

INFLUÊNCIA DA CULTURA ALIMENTAR JAPONESA NA REGIÃO OESTE DO PARÁ

Aliza Thieko Fernandes Taketomi ; Sabrina Emily Pedroso Vidal ; Élcio Meira da Fonseca Júnior ; Maria Lita Padinha Correa Romano ; Fabrizia Sayuri Otani 




CAPÍTULO 12 **154**

ELABORAÇÃO DE DUAS PASTAS VEGANAS UTILIZANDO CASTANHA-DE-CAJU E LEITE DE COCO

Cecília Thays Monteiro de Freitas ; Victor de Luna Barros ; Ricardo Targino Moreira ; David Santos Rodrigues ; Ana Carolina Palitot Teixeira de Carvalho ; Julieny Aline da Silva Nascimento 

CAPÍTULO 13 **161**

DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA POTENCIALMENTE SIMBIÓTICA COM GALACTO-OLIGOSACARÍDEOS OBTIDOS ENZIMATICAMENTE

Renata Aline dos Santos da Fonseca ; Camila Ramão Contessa ; Janaína Fernandes de Medeiros Burkert 

CAPÍTULO 14 **178**

A PANDEMIA DO CORONAVÍRUS E AS MUDANÇAS NOS HÁBITOS ALIMENTARES E DE VIDA DOS ESTUDANTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

Ida Rita Bastos Finger ; Valcenir Júnior Mendes Furlan ; Graciela Salete Centenaro 

CAPÍTULO 15 **196**

FOODBORNE DISEASES: A COMPARISON BETWEEN OMNIVORES AND PLANT-BASED EATERS

Caroline de Aquino Guerreiro ; Damaris Costa 


CAPÍTULO 16 **211**

ENRIQUECIMENTO DE PRODUTOS LÁCTEOS COM COMPOSTOS BIOATIVOS: INTERESSES, DESAFIOS E ESTRATÉGIAS

Eliara Acipreste Hudson ; Ana Clarissa dos Santos Pires 

CAPÍTULO 17 **226**

ENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS OBTIDOS DE RESÍDUOS DE ALIMENTOS

Tatiane Jéssica Siebeneichler 






CAPÍTULO 18 **236**

CO-PRODUTOS ELABORADOS A PARTIR DE NOZ-PECAN: UMA REVISÃO

Karem Rodrigues Vieira ; Marlene Terezinha Lovatto 




CAPÍTULO 19 **252**

VALORIZAÇÃO DO FRUTO DO BARU (*DIPTERYX ALATA* VOGEL) DA SAVANA TROPICAL BRASILEIRA: UMA REVISÃO PARA A ÁREA DE ALIMENTOS

Nayara Matiko Reis Miyashita ; Rafaela Teixeira Rodrigues do Vale ; Mariana Souza Albuine ;
Alice Aparecida da Silva Lima ; Ana Clarissa dos Santos Pires 





CAPÍTULO 20 **265**

HAMBÚRGUER BOVINO ADICIONADO DE INULINA COMO INGREDIENTE PREBIÓTICO E SUBSTITUTO DE GORDURA

Raimundo Bernadino Filho ; Marcela Nobre Oliveira ; Ubieli Alves Araújo Vasconcelos 








CAPÍTULO 21 **275**

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA E CIENTÍFICA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS NA FORMA DE BARRA DE CEREAL SABOR UMBU

Lindalva de Moura Rocha ; Wesley Fernandes Araújo ; Maria Eduarda Morais Silva ; Gabriela Almeida de Paula 

CAPÍTULO 22 **286**

PESQUISA PARA O DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ SABOR FRUTO DO CERRADO E PERFIL DOS CONSUMIDORES

Joicy Any Alves Urzêda ; Ellen Godinho Pinto ; Rodrigo Vieira da Silva ; Wiaslan Figueiredo Martins ; Ana Paula Stort Fernandes ; Dayana Silva Batista Soares ; Bianca Ferreira Augustinho 

CAPÍTULO 23 **294**

PEQUENOS FRUTOS NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS NÃO-TRANSMISSÍVEIS: UMA REVISÃO

Amanda Radmann Bergmann ; Tatiane Jéssica Siebeneichler ; Lucas de Oliveira Fischer ;
Doralice Lobato de Oliveira Fischer ; Vanessa Galli 





CAPÍTULO 24 **308**

SUBSTITUTOS DE GORDURA EM PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA **308**

Layra Catarina de Almeida Xavier ; Raimundo Bernadino Filho  308






CAPÍTULO 25 **322**

MORINGA OLEIFERA E SUAS APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A ÁREA DE ALIMENTOS

Herlândia Cotrim Santos ; Gláucia Valéria Fonseca Leonel ; Charles Cardoso Santana ; Ana Clarissa dos Santos Pires 




CAPÍTULO 26 **336**

TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE GELEIAS DIET DE FRUTAS

Vanessa Cortina Zanetti ; Elis Samara Meyring ; Raquel Bordignon ; Maria Eduarda Peretti ; Thainá Sabrina Haefliger Goldoni ; Mirian Cristina Feiten 




CAPÍTULO 27 **348**

HAMBÚRGUER OVINO ADICIONADO DE INULINA COMO SUBSTITUTO DE GORDURA E INGREDIENTE PREBIÓTICO

Rafaele Cabral Barbosa ; Raimundo Bernadino Filho ; Maely Nunes Lopes 

CAPÍTULO 28 **361**

APROVEITAMENTO DE COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES EM SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS DE FRUTAS PARA APLICAÇÃO EM CARNES E DERIVADOS – UMA REVISÃO

Vitoria Bezerra da Silva Monteiro ; Gerla Castello Branco Chinelate ; Raimundo Bernadino Filho 

CAPÍTULO 29 **373**

PERSPECTIVAS E AVANÇOS NO EMPREGO DE FRUTAS NATIVAS NA PRODUÇÃO DE CERVEJAS ARTESANAIS DO ESTILO *FRUIT BEER*: REVISÃO

Felipe Siqueira Molina ; Marianna Pozzatti Martins De Siqueira 

CAPÍTULO 30

386








ESTUDO COMPARATIVO NUTRICIONAL DE DOCES ELABORADOS A PARTIR DO ALBÚMEN “IN NATURA” DE COCO VERDE DE PRAIA (*Cocus nucifera L.*) FRENTE AOS DOCES CONSAGRADOS NO MERCADO BRASILEIRO

Carlos Adriano Azevedo Martins ; Djavania Azevêdo da Luz 

CAPÍTULO 31

394







ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ESPUMANTE DE ABACAXI UTILIZANDO *Saccharomyce cerevisiae*

Julieny Aline da Silva Nascimento ; David Santos Rodrigues ; Ranússia Maria de Melo Lopes ;
Emília Carmem da Silva ; Cristiano Alves Gomes ; Hyan Matheus Freitas das Neves Silva ;
Priscila Coeli Araújo Saraiva 

CAPÍTULO 32

407







EFEITO DO PLASMA FRIO NO PROCESSAMENTO DE SUCOS DE FRUTAS: UMA REVISÃO

Elisabeth Mariano Batista ; Háquila Andréa Martins da Silva ; Rafael Souza Cruz ; Antônio Jason Gonçalves da Costa ; Lucicleia Barros de Vasconcelos ; Giovana Matias do Prado 

CAPÍTULO 33

417




USO DE LUZ PULSADA NO PROCESSAMENTO NÃO-TÉRMICO EM SUCO DE FRUTAS: UMA REVISÃO

Antônio Jason Gonçalves da Costa ; Luiza Michelly Gonçalves Lima ; Rafael Souza Cruz ;
Elisabeth Mariano Batista ; Lucicleia Barros de Vasconcelos ; Giovana Matias do Prado 

CAPÍTULO 34

426

AVALIAÇÃO QUÍMICA DE BATATAS FRITAS INDUSTRIALIZADAS COMERCIALIZADAS EM SOBRAL-CE

Drielly Morganna Siqueira Porto ; José Mário dos Santos Marques ; Wanderléia de Aguiar Policarpo; Márcia Facundo Aragão 

CAPÍTULO 35

439

RESVERATROL: UMA REVISÃO SOBRE O POLIFENOL E SEUS EFEITOS ANTIDIABÉTICOS

Lívia Neves Santa Rosa ; Jaqueline de Paula Rezende ; Ana Clarissa dos Santos Pires 

CAPÍTULO 36

450








ANÁLISE CRÍTICA DO RÓTULO DE DIFERENTES PRODUTOS ALIMENTÍCIOS COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS – SC

Romaildo Santos de Sousa ; Ana Caroline Ostwald ; Gustavo Wisniewski ; Francine Oliveira Batista 

CAPÍTULO 37

462

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE MARCAS DE ALIMENTOS DIET E LIGHT COMERCIALIZADOS EM CURRAIS NOVOS – RN

Ariane Kelly Silva de Araújo ; Sabrina Stefanny Campelo de Medeiros ; Pahlevi Augusto de Souza ; Rafael Souza Cruz ; Auriana de Assis Regis ; Elisabeth Mariano Batista ; Francisco Lucas Pacheco Cavalcante 

CAPÍTULO 38

471

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DOS SURTOS DE DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS NO ESTADO DO PARÁ DE 2010 A 2019


Joseane Cristina Pinheiro Pombo 



**ANÁLISES FÍSICO-
QUÍMICAS DE
ALIMENTOS**

Capítulo 1

APLICAÇÃO DE RESSONÂNCIA PLASMÔNICA DE SUPERFÍCIE NA CIÊNCIA DE ALIMENTOS: UMA FERRAMENTA PODEROSA PARA DESVENDAR OS MECANISMOS DE COMPLEXAÇÃO PROTEÍNAS-BIOATIVOS

Gláucia Valéria Fonseca Leonel^a ; Isabela Araujo Marques^b ; Yara Luiza Coelho^b ; Luis Henrique Mendes da Silva^b *; Ana Clarissa dos Santos Pires^a 

^a Grupo de Termodinâmica Molecular Aplicada, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa, MG 36570-000, Brasil

^b Grupo de Química Verde Coloidal e Macromolecular, Departamento de Química, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa, MG 36570-000, Brasil

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: luhen@ufv.br; ana.pires@ufv.br

Resumo: Dentre as técnicas que permitem a análise termodinâmica e cinética da formação de complexos entre proteínas e moléculas bioativas, a ressonância plasmônica de superfície (RPS) é considerada, atualmente, como uma das mais importantes para o estudo de interações biomoleculares. Além de não destrutiva, a RPS requer baixo volume de amostra e dispensa o uso de marcadores. Uma compreensão detalhada da dinâmica e dos mecanismos de reconhecimento molecular envolvendo proteínas e bioativos é central para a utilização dessas moléculas de grande interesse em matrizes alimentícias. Portanto, neste capítulo, primeiro, será realizada uma breve introdução sobre a técnica de RPS e a importância de se estudar a formação de complexos proteínas-bioativos. Em seguida, os princípios físicos no qual essa técnica se baseia serão descritos detalhadamente, o que servirá de base para entender como os dados são processados e as análises cinéticas e termodinâmicas são realizadas. Finalmente, serão apresentados estudos publicados onde a técnica de RPS foi utilizada para investigar a formação dos complexos proteína-bioativo, seguido das vantagens e desvantagens que essa técnica possui comparada a outras técnicas utilizadas para os mesmos fins.

Palavras-chave: Ressonância plasmônica de superfície; compostos bioativos; formação de complexo.

INTRODUÇÃO

Biossensores baseados no método de ressonância plasmônica de superfície (RPS) fornecem uma ferramenta poderosa e não destrutiva para a análise de uma ampla variedade de amostras, como detecção de agentes etiológicos a partir de fluidos corporais(1,2), alérgenos em matrizes alimentares (3,4) e estudo de interações intermoleculares ligante-analito (5,6). São ferramentas livres de marcadores e facilmente automatizadas, que podem ser utilizadas desde a triagem de moléculas pequenas a estudos de interação específicas envolvendo macromoléculas(7). Além disso, estes biossensores possuem alta sensibilidade a variações de massa molecular, possibilitando a detecção de analitos de baixo peso molecular ($\sim 200\text{Da}$), interações intermoleculares de baixa intensidade (constante de equilíbrio de associação das espécies interagentes (K_b) $> 0,01\mu\text{M}^{-1}$), além de requerer baixo volume de amostra ($< 20\mu\text{L}$) (8,9).

Em 1990 o primeiro instrumento comercial contendo biossensor baseado em RPS foi desenvolvido, e desde então tem se tornado muito utilizada para detecções qualitativas e quantitativas em tempo real (10). As aplicações qualitativas se concentram principalmente para determinar se ocorre ou não uma interação entre um analito e o ligante(8). Paralelamente, as determinações quantitativas são necessárias para obter os parâmetros cinéticos (constante cinética de associação das moléculas interagentes (k_a) e constante cinética de dissociação do complexo termodinamicamente estável formado (k_d)), K_b e demais parâmetros termodinâmicos de interação, o que possibilita investigar os mecanismos de interação entre ligantes e diferentes analitos, como moléculas bioativas (7).

O estilo de vida mais saudável tem sido adotado pela população mundial(11). Neste sentido, os consumidores buscam por produtos naturais e funcionais com o objetivo de promover a qualidade de vida. Os compostos bioativos podem ser facilmente obtidos por fontes naturais e são excelentes candidatos para suprir as necessidades dos consumidores, pois possuem atividade biológica comprovada, sendo eficazes na redução de doenças como obesidade, diabetes, inflamação e capacidade antioxidante (12). No entanto, esses compostos são sensíveis à vários fatores que reduzem sua estabilidade, como presença de oxigênio, luz, faixas extremas de pH, altas temperaturas e baixa biodisponibilidade em condições gastrointestinais (13,14). Além disso, os carotenoides que são uma classe de compostos bioativos possuem baixa solubilidade em água, dificultando a sua utilização em matrizes alimentícias (15).

Esforços têm sido feitos para melhorar a estabilidade e solubilidade destas moléculas bioativas, por modificação estrutural ou adição de aditivos (16–18). No entanto, esses métodos são complexos e pouco eficientes (19). Neste contexto, a formação de complexos moleculares entre proteínas e moléculas bioativas tem se mostrado uma estratégia promissora para aumentar a viabilidade da utilização destas moléculas nas matrizes alimentares (20).

A formação de complexos entre proteínas e moléculas bioativas de interesse podem ter diversas aplicações na indústria de alimentos tais como o aumento da solubilidade, redução do amargor e aumento da estabilidade destas moléculas (11,21). No entanto, uma análise crítica de artigos e revisões revelam que aspectos fundamentais associados a cinética de complexação entre estas espécies, precisam ser elucidados. Neste sentido, conhecer a velocidade de formação (k_a) e dissociação (k_d) dos complexos

termodinamicamente estáveis proteínas-moléculas bioativas e os parâmetros energéticos (energia de ativação (E^\ddagger), variação de energia livre de Gibbs de ativação (ΔG^\ddagger), variação da entalpia de ativação (ΔH^\ddagger) e variação da entropia de ativação (ΔS^\ddagger)) associados aos complexos de transição que intermediam a formação destes complexos estáveis são indispensáveis para o conhecimento da dinâmica molecular proteína-moléculas bioativa. Além disso, a determinação dos parâmetros termodinâmicos (variação da energia livre de Gibbs padrão (ΔG°), variação da entalpia padrão (ΔH°) e variação da entropia padrão (ΔS°)) associados ao complexo termodinamicamente estável permitem determinar as forças motrizes que impulsionam o processo de interação intermolecular (22).

A técnica de RPS possibilita a determinação dos parâmetros cinéticos e termodinâmicos associados à formação de complexos proteína-moléculas bioativas em um único experimento. Desta forma, é possível compreender e modular os processos moleculares responsáveis pela formação destas estruturas supramoleculares, permitindo explorar de maneira completa seu potencial científico e tecnológico (23,24).

Portanto, neste capítulo será abordado o papel da RPS na determinação dos parâmetros termodinâmicos e cinéticos envolvidos na formação de estruturas supramoleculares entre proteínas e moléculas bioativas de interesse para a área de alimentos. Além disso, serão discutidos os princípios físicos da técnica, a obtenção dos parâmetros cinéticos e termodinâmicos de complexação, suas aplicações no estudo de diferentes sistemas proteína-bioativo e, por fim, suas principais vantagens e limitações.

PRINCÍPIOS DA TÉCNICA

O fenômeno de RPS foi observado primeiramente pelo físico estadunidense Robert Williams Wood em 1902 quando, ao incidir uma luz polarizada sobre um espelho contendo uma rede de difração, observou um padrão “incomum” da luz refletida. A explicação para o fenômeno observado por Wood foi providenciada anos depois, em 1968, por Otto, Kretschmann and Raether que atribuíram tal evento físico à excitação de plasmons de superfície, sob a condição de reflexão interna total da luz (10). Portanto, para compreendermos como ocorre a ressonância dos plasmons de superfície, iniciaremos nossa discussão pelo fenômeno da reflexão interna total da luz e suas implicações.

Considere que um feixe de luz é incidido sobre a interface entre dois meios, por exemplo, água e vidro, com índices de refração n_1 e n_2 , respectivamente, sendo $n_2 > n_1$. Se esse feixe parte do meio mais refringente, isto é, o vidro, dependendo do ângulo de incidência (θ_i), três eventos podem ser observados como mostra a Figura 1. Até um determinado valor de θ_i , ao atingir a interface, uma fração da luz é refletida, enquanto a outra é refratada. Aumentando-se o valor de θ_i , há um momento em que o ângulo do feixe refratado atinge 90° . Quando isso ocorre chamamos o ângulo incidente de crítico (θ_c). A

partir desse ponto, para qualquer $\theta_i > \theta_c$, a luz incidente é totalmente refletida no interior do meio de maior índice de refração (25).

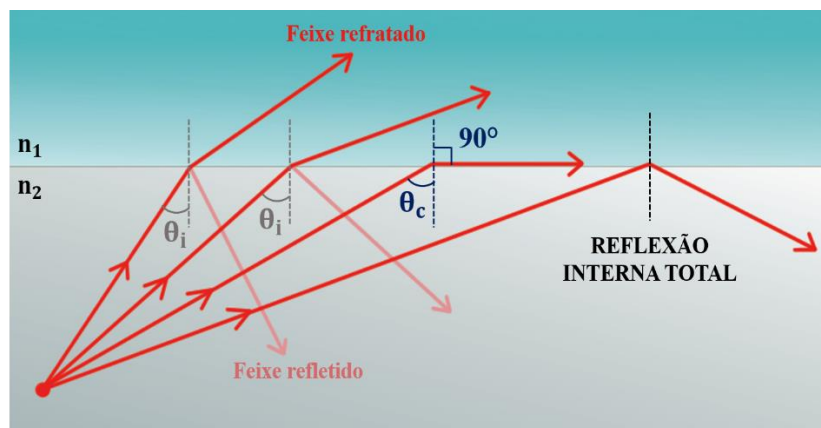


Figura 1. Demonstração do fenômeno de reflexão interna total da luz. Um feixe de luz partindo de um meio mais refringente (n_2), ao atingir a interface com o meio de menor índice de refração (n_1), em um ângulo de incidência (θ_i) menor que o ângulo crítico (θ_c), é parcialmente refratado e refletido. Quando $\theta_i > \theta_c$, a luz experimenta o fenômeno de reflexão interna total.

Apesar desse fenômeno chamar-se reflexão interna total da luz, uma componente do campo elétrico oscilante, chamada de campo ou onda evanescente, é transmitida para o meio de menor índice de refração. Essa onda evanescente possui comprimento de onda semelhante ao do feixe de luz incidente e se propaga paralelamente à interface onde ocorreu a reflexão. No entanto, ao contrário da propagação de outras ondas eletromagnéticas, sua amplitude diminui exponencialmente à medida que se distancia da interface e sua energia é armazenada espacialmente nas vizinhanças, de modo que não há transferência líquida de energia. Isso não quer dizer, porém, que essa energia nunca possa ser absorvida, uma vez que tal evento ocorre quando a onda evanescente interage com algum material condutor, como os metais (25).

Para entendermos como a energia contida na onda evanescente é absorvida, imagine um processo semelhante ao descrito anteriormente. A Figura 2 mostra a configuração de Kretschmann, uma das mais utilizadas nos equipamentos de RPS (26), onde uma fonte de luz p-polarizada (componente do campo elétrico paralela ao plano de incidência) incide um feixe sobre o prisma revestido com uma camada fina de ouro em um ângulo $\theta_i > \theta_c$. Como discutido, a reflexão interna total do feixe gera uma onda evanescente que penetra tanto o metal quanto no meio dielétrico.

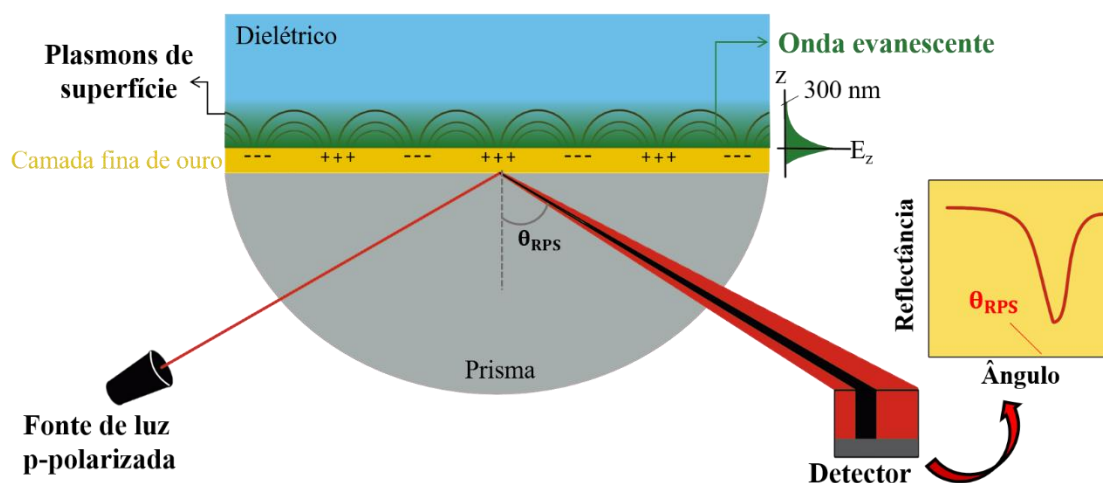


Figura 2. A configuração de Kretschmann para SPR. Os plasmons de superfície são excitados na interface metal/dielétrico quando o ângulo de incidência da luz é tal que o vetor momento linear do campo evanescente gerado é igual ao vetor momento linear dos plasmons de superfície.

Quando em contato com um meio dielétrico (e.g. a água), os elétrons deslocalizados do ouro, presentes na interface metal-dielétrico, oscilam coletivamente, gerando ondas eletromagnéticas que se propagam paralelamente à interface, denominadas de plasmons de superfície (PSs). Os PSs podem ser excitados contanto que a luz que os atinge apresente o mesmo vetor momento linear que os PSs. Tal condição é facilmente satisfeita pela componente p-polarizada da onda evanescente que penetra a camada de ouro. No entanto, para que o acoplamento entre a onda evanescente e as ondas dos PSs ocorra, i.e., ambas entrem em ressonância e a energia seja transferida, a reflexão interna total deve ocorrer em um valor específico de θ_i , chamado de ângulo de ressonância (θ_{RPS}) (10). Assim, satisfeitas as condições do θ_{RPS} e vetor momento linear, parte da energia da luz incidente é perdida para os PSs, causando a diminuição da intensidade da luz refletida, que pode ser medida por meio de um detector.

Como a propagação de uma onda depende do meio, especificamente, de seu índice de refração, a propagação da onda evanescente pode ser afetada por mudanças na porção do dielétrico (~300 nm) logo acima da camada fina de ouro (25). Alterações como a imobilização de um ligante (e.g. uma proteína) na superfície metálica e até mesmo a interação desse ligante com um analito (e.g. um composto bioativo) são capazes de alterar o vetor momento linear da radiação evanescente. Como consequência, há um deslocamento no valor de θ_{RPS} necessário para que o novo evento de ressonância ocorra (Figura 3^a). O monitoramento dessa variação do θ_{RPS} com o tempo gera o dado bruto obtido em um equipamento de RPS, chamado de sensorgrama (Unidades de Ressonância ($RU \cong 10^{-4}$ graus) *versus* tempo (s)), como mostrado na Figura 3b.

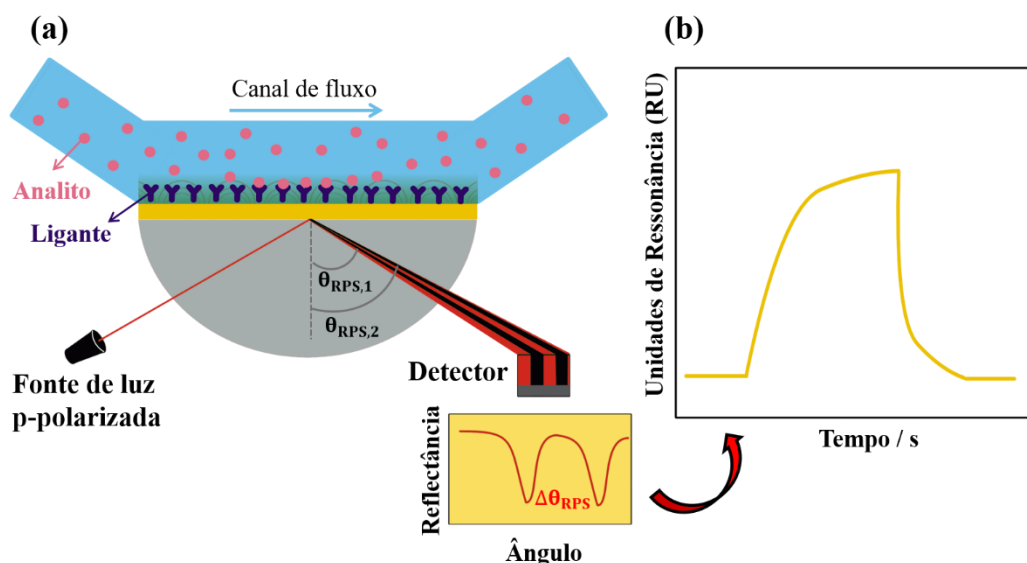


Figura 3. (a) Configuração típica de um biossensor de RPS. A interação entre um analito e um ligante imobilizado na superfície metálica gera uma mudança no índice de refração do meio dielétrico, resultando na variação do ângulo de ressonância ($\Delta\theta_{RPS}$). (b) A dependência do $\Delta\theta_{RPS}$ com o tempo gera os sensorgramas obtidos em um experimento de RPS.

PARÂMETROS OBTIDOS PELA TÉCNICA

Dentre as diversas técnicas capazes de fornecer informações termodinâmicas e cinéticas acerca da formação de complexos entre proteínas e moléculas bioativas, como cromatografia de afinidade, eletroforese capilar e análise de fluxo interrompido, o RPS é considerado, atualmente, como uma das mais importantes para o estudo dessas interações biomoleculares (27). Isso deve-se ao fato dessa técnica dispensar o uso de marcadores, uma vez que o sinal de saída do RPS depende da massa acumulada na superfície metálica do sensor, como discutido na seção anterior. Além disso, em um único experimento de RPS é possível determinar tanto os parâmetros termodinâmicos quanto os cinéticos relacionados ao complexo formado, além de permitir a caracterização completa do estado de transição.

Um experimento típico de RPS consiste na imobilização química da proteína (ligante) na superfície metálica de um chip sensor que, em seguida, é colocado em contato com um sistema de fluxo contendo diferentes concentrações do composto bioativo (analito) em tampão. A formação de complexos proteína-bioativo gera variações no sinal de RU ao longo do tempo, dando origem a 4 regiões distintas no sensorgrama, como mostra a Figura 4, sendo elas:

Região I (Linha base): Período anterior à injeção do analito no sistema de fluxo, que contém apenas tampão. Nesta etapa, não há mudança nos valores de RU.

Região II (Fase de associação): Intervalo de tempo em que o analito é injetado no fluxo, levando ao aumento exponencial de RU. Durante esse período, a associação

entre as moléculas interagentes e a dissociação do complexo formado ocorrem simultaneamente, com a predominância do primeiro evento.

Região III (Fase de dissociação): Nesta etapa, o tampão ausente de analito volta a ser injetado no fluxo causando a dissociação dos complexos formados e, conseqüentemente, a diminuição exponencial de dos valores de RU.

Região IV (Linha base): Após a dissociação de todos os complexos formados, o sistema retorna a linha base.

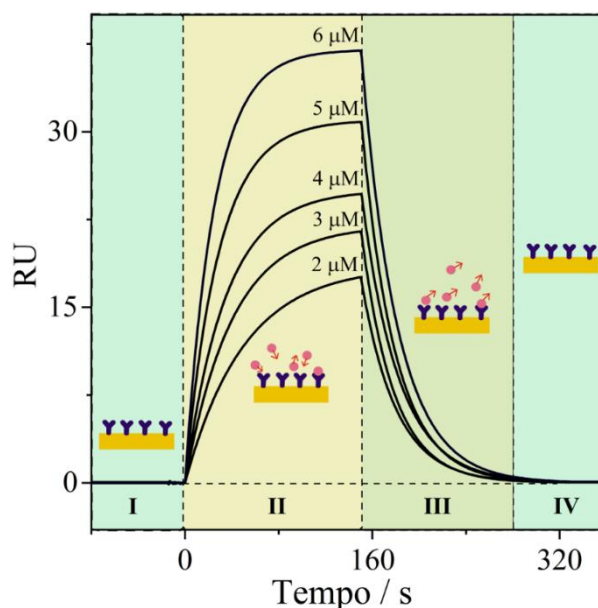


Figura 4. Sensorgrama obtido por RPS para a interação entre um ligante imobilizado no chip sensor e um analito (com concentração de 2–6 μM). **I** – Linha base; **II** – Fase de associação; **III** – Fase de dissociação; e **IV** – Linha base.

O sensorgrama pode ser analisado por meio de diferentes modelos de ligação (1:1, 1:1 com transferência de massa, mudança conformacional, ligante heterogêneo e analito heterogêneo) (28). O modelo cinético mais simples e utilizado é o que descreve um mecanismo de ligação 1:1 e, por isso, ele será discutido de forma mais aprofundada nesta seção.

Considerando a interação de um ligante (B), imobilizado na superfície do sensor, com um analito (A), presente da solução do sistema de fluxo, o equilíbrio dinâmico é dado por,



onde k_a e k_d são, respectivamente, as constantes de velocidade de associação das espécies interagentes e dissociação do complexo formado. A associação das espécies resulta na formação do complexo AB na superfície do sensor, sendo descrita pela seguinte equação de segunda ordem,

$$r_a = k_a[A][B] \quad (2)$$

onde r_a representa a taxa com que A e B interagem, enquanto [A] e [B] são as concentrações de ligante e analito livres. Já o processo de dissociação do complexo é descrito pela seguinte reação de primeira ordem,

$$r_d = k_d[AB] \quad (3)$$

Em que r_d é a taxa de dissociação do complexo AB e [AB] é a concentração de complexo formado. Assim, a velocidade de formação do complexo é dada pela diferença entre as Eqs. 2 e 3, como mostrado abaixo.

$$\frac{d[AB]}{dt} = r_a - r_d = k_a[A][B] - k_d[AB] \quad (4)$$

Como a solução de analito flui continuamente sobre a superfície do chip sensor na fase de associação do experimento SPR, sua concentração livre permanece aproximadamente constante com o tempo, ou seja, ela pode ser tomada como igual a concentração total injetada ($[A] \cong [A]_0$). Além disso, a concentração de ligante livre em um determinado tempo t ($[B]_t$) é dada por,

$$[B]_t = [B]_0 - [AB]_t \quad (5)$$

onde $[B]_0$ é a concentração inicial de ligante e $[AB]_t$ é a concentração de complexo formado no tempo t. Substituindo a Eq. 5 na Eq. 4, temos que,

$$\frac{d[AB]}{dt} = k_a[A]_0([B]_0 - [AB]_t) - k_d[AB]_t \quad (6)$$

Rearranjando,

$$\frac{d[AB]}{dt} = k_a[A]_0[B]_0 - [AB]_t(k_a[A]_0 + k_d) \quad (7)$$

Separando os termos $[AB]_t$ e t, e integrando, temos que

$$[AB]_t = \frac{k_a[A]_0[B]_0}{k_a[A]_0 + k_d} (1 - e^{-(k_a[A]_0 + k_d)t}) \quad (8)$$

O termo $\frac{k_a[A]_0[B]_0}{k_a[A]_0 + k_d}$ pode ser rearranjado da seguinte forma

$$\frac{k_a[A]_0[B]_0}{k_a[A]_0 + k_d} = \frac{[A]_0[B]_0}{[A]_0 + \frac{k_d}{k_a}} = \frac{[A]_0[B]_0}{[A]_0 + K_D} \quad (9)$$

onde K_D é a constante de equilíbrio de dissociação do complexo. Segundo a equação de Michaelis-Menten, a concentração no equilíbrio do complexo formado ($[AB]_\infty$) é

$$[AB]_\infty = \frac{[A]_0[B]_0}{[A]_0 + K_D} \quad (10)$$

Logo podemos escrever a Eq. 8 como

$$[AB]_t = [AB]_\infty(1 - e^{-k_{obs}t}) \quad (11)$$

onde a constante de velocidade observada (k_{obs}) é dada por:

$$k_{obs} = k_a[A]_0 + k_d \quad (12)$$

Em um experimento de RPS, a quantidade de complexo formado é monitorada diretamente, sendo expressa em unidade de ressonância (RU). Assim, a Eq. 11 pode ser escrita em termos de RU, como mostrado abaixo.

$$RU(t) = RU_{max}(t_\infty)[1 - e^{-k_{obs}t}] \quad (13)$$

onde $RU_{max}(t_\infty)$ é a resposta do RPS quando o ligante está saturado com o analito. Assim, ao ajustar a fase de associação à Eq. 13, k_{obs} é determinado e, pelo coeficiente angular da curva k_{obs} vs. $[A]_T$ (Eq. 12, Figura 5), o valor de k_a é obtido.

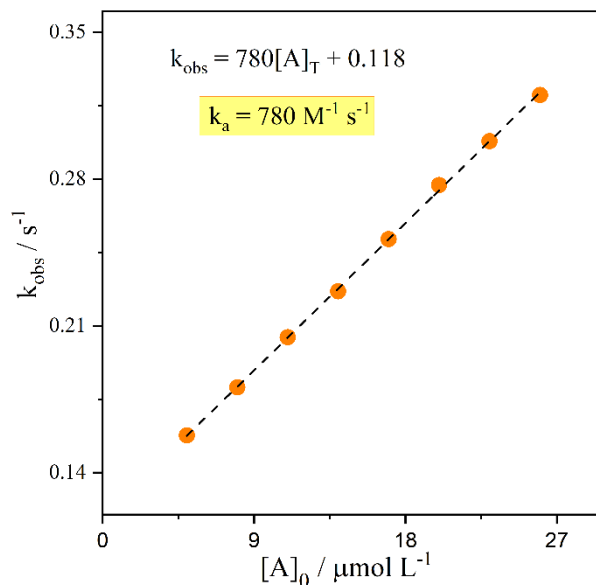


Figura 5. Curva de k_{obs} vs. $[A]_0$ utilizada para determinação de k_a .

Em teoria, k_d pode ser obtido a partir do coeficiente linear da curva k_{obs} vs. $[A]_0$, no entanto, os erros associados ao valor obtido são muito grandes. Assim, considerando

que a dissociação seja simples e ocorra em apenas uma fase, temos que a formação do complexo pode ser descrita pela equação abaixo.

$$\frac{d[AB]}{dt} = -k_d[AB] \quad (14)$$

A Eq. 14 também considera que a reação ocorre em um volume grande o suficiente para que o analito livre não volte a interagir com o ligante, durante o processo de dissociação. Rearranjando a Eq. 14 e integrando, temos que

$$[AB]_t = [AB]_0 e^{-k_d(t-t_0)} \quad (15)$$

Reescrevendo a Eq. 15 em termos de RU,

$$RU(t) = RU(t_0) e^{-k_d(t-t_0)} \quad (16)$$

sendo t_0 o tempo em que o processo de dissociação se inicia. Assim, ao ajustar a fase de dissociação utilizando a Eq. 16, o valor de k_d é obtido.

k_a e k_d refletem, respectivamente, a quantidade de complexos ligante-analito que se formam ao longo do tempo e a duração do complexo formado no sistema. A magnitude de ambos parâmetros depende diretamente dos diferentes processos moleculares que ocorrem no sistema, como interações hidrofóbicas, polares ou estéricas, ligações de hidrogênio, mudanças conformacionais e liberação de água da camada de solvatação das espécies interagentes. Esses processos moleculares são responsáveis por criar barreiras energéticas que separam as moléculas, em seus estados livres, do estado complexado, dando origem a um estado intermediário em que um complexo ativado de curto tempo de vida é formado (Figura 6a).

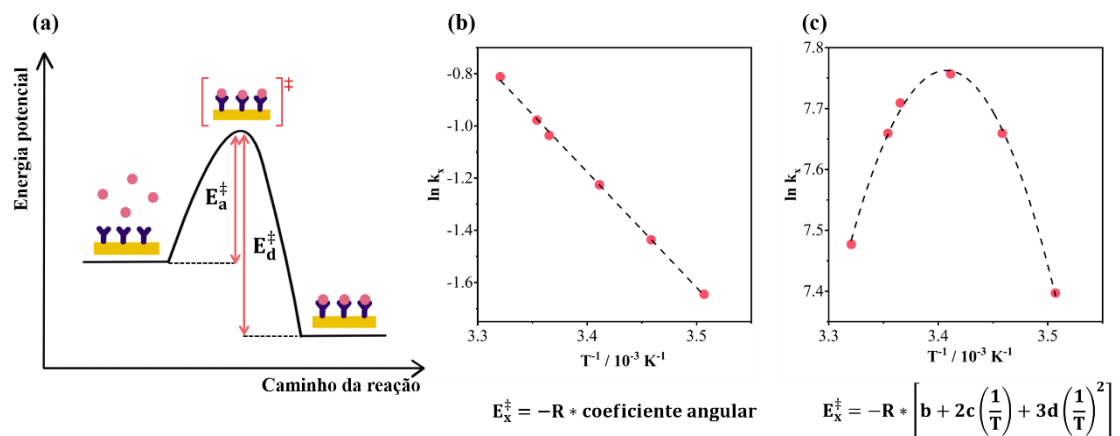


Figura 6. (a) Diagrama de caminho da reação para a formação do complexo ligante-analito, passando pelo estado intermediário. A energia de ativação associada à formação do complexo ativado é determinada a partir da dependência de $\ln k_x$ com $\frac{1}{T}$, que pode ser (a) linear ou (b) polinomial.

De acordo com a teoria do estado de transição, a energia dessas barreiras, denominada de energia de ativação (E^\ddagger) pode ser obtido pela dependência de $\ln k_x$ ($x =$

a, para a associação e $x = d$, para a dissociação) com o recíproco da temperatura (29) (Eq. 17).

$$E_x^\ddagger = -R \frac{d \ln k_x}{d \left(\frac{1}{T} \right)} \quad (17)$$

Caso o comportamento de $\ln k_x$ vs. $\frac{1}{T}$ seja linear, E_x^\ddagger é obtido a partir do coeficiente angular da curva resultante, como mostrado na Figura 6b. Comportamentos não-lineares também são possíveis, como mostrado na Figura 6c, em que $\ln k_x$ é uma função polinomial de $\frac{1}{T}$, dada por,

$$\ln k_x = a + b \left(\frac{1}{T} \right) + c \left(\frac{1}{T} \right)^2 + d \left(\frac{1}{T} \right)^3 \quad (18)$$

onde a, b, c e d são constantes obtidas ao ajustar a curva, sendo E_x^\ddagger calculado a partir de seus valores.

Com o valor de E_x^\ddagger , a variação de entalpia de ativação ΔH_x^\ddagger associada à formação do complexo ativado pode ser calculada usando a Eq. 18, enquanto os outros parâmetros energéticos, como variação de energia livre de Gibbs de ativação ΔG_x^\ddagger e variação de entropia de ativação ΔS_x^\ddagger podem ser obtidos a partir das Eqs. 19 e 20.

$$\Delta H_x^\ddagger = E_x^\ddagger - RT \quad (19)$$

$$\Delta G_x^\ddagger = -RT \ln \left(\frac{k_x h}{k_B T} \right) \quad (20)$$

$$T \Delta S_x^\ddagger = \Delta H_x^\ddagger - \Delta G_x^\ddagger \quad (21)$$

em que R é a constante universal dos gases perfeitos, h é a constante de Planck e k_B é a constante de Boltzmann.

Além da análise cinética, o experimento de RPS pode ser projetado para fornecer os parâmetros termodinâmicos envolvidos no processo de complexação (10). Para isso, é necessário que o tempo de injeção do analito no sistema de fluxo, durante a fase de associação, seja suficiente para que o sistema atinja um estado de quase-equilíbrio onde as velocidades de associação e dissociação se igualem (indicado pelo patamar na Figura 7a). O sinal de RU nesse ponto equivale à resposta do equilíbrio de interação (R_{eq}) e sua dependência com a concentração do analito permite a determinação da constante de equilíbrio de dissociação do complexo (K_D) (Eq. 22, Figura 7b).

$$R_{eq} = \frac{[A]_T R_{eq \max}}{K_D + [A]_T} + IR \quad (22)$$

em que $R_{eq,max}$ é o valor de R_{eq} ao extrapolar a isoterma para concentração infinita de analito e IR é o índice de refração da amostra.

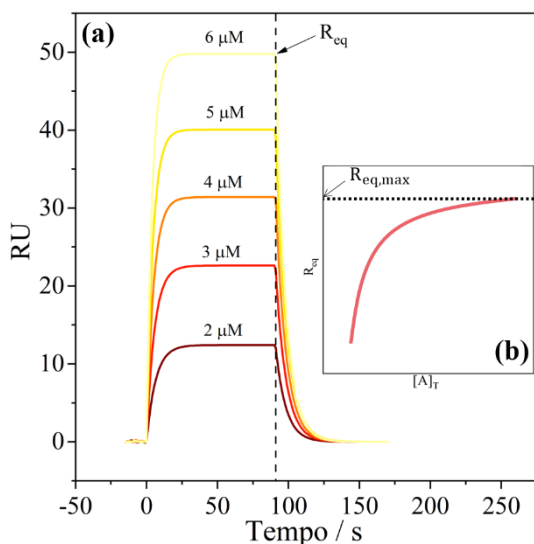


Figura 7. (a) Sensorgrama obtido por RPS para a análise termodinâmica da interação entre um ligante imobilizado no chip sensor e um analito (com concentração de 2–6 μM). (b) Isoterma de Langmuir utilizada para determinação de K_D .

Uma vez que a constante de equilíbrio de associação pode ser obtida pela relação $K_b = \frac{1}{K_D}$, podemos, com seu valor, calcular a variação da energia livre de Gibbs padrão (Eq. 23).

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_b \quad (23)$$

Tanto K_b quanto ΔG° indicam a tendência do sistema no equilíbrio. Quanto maior o valor de K_b , mais negativo o valor de ΔG° , o que significa que, no equilíbrio, há mais complexos ligante-analito formados do que espécies não complexadas. A força motriz que rege a formação do complexo tem componentes entálpicas e entropias vindas dos processos de quebra e formação de novas interações intermoleculares, mudanças conformacionais e dessolvatação das moléculas. No caso da variação de entalpia padrão, seu valor pode ser determinado por meio da aproximação de van't Hoff, ao avaliar a dependência de $\ln K_b$ com $\frac{1}{T}$ (Eq. 24), enquanto a variação de entropia padrão pode ser calculada a partir da Eq. 25.

$$\Delta H^\circ = R \frac{dK_b}{d\left(\frac{1}{T}\right)} \quad (24)$$

$$T\Delta S^\circ = \Delta H^\circ - \Delta G^\circ \quad (25)$$

APLICAÇÃO DA TÉCNICA PARA O ESTUDO DE FORMAÇÃO DE COMPLEXO PROTEÍNAS-MOLÉCULAS DE INTERESSE

A análise cinética e termodinâmica obtida por SPR em uma variedade de condições químicas e ambientais (temperatura, força iônica, pH etc.), pode fornecer informações únicas sobre os mecanismos de reconhecimento molecular envolvidos na interação de proteínas com moléculas bioativas de interesse na área de alimentos(30). O processo de interação intermolecular entre macromoléculas e bioativos envolvem energias, que podem ser resultantes de interações eletrostáticas, interações hidrofóbicas, ligações de hidrogênio e forças de van der Waals (15). O estudo dessas interações permite determinar as forças motrizes que dirigem a formação de complexos supramoleculares entre estas espécies, enquanto a obtenção dos parâmetros cinéticos possibilita elucidar a dinâmica molecular envolvida na interação. O conhecimento da termodinâmica e cinética de complexação, por sua vez, viabiliza a utilização destas estruturas supramoleculares na área de alimentos, uma vez que permitem conhecer a energética e as taxas de associação das moléculas interagentes e de dissociação do complexo termodinamicamente estável formado (31).

Diversas proteínas podem se ligar a uma variedade de moléculas bioativas com diferentes taxas, graus de afinidade e especificidade, formando complexos em condições físico-químicas do meio variadas. Portanto, estas nanoestruturas são altamente promissoras para o transporte, proteção e liberação de muitos bioativos e nutracêuticos (32). Em geral estas moléculas possuem mais atividade quando complexadas em relação às suas formas livres, devido principalmente ao aumento de sua solubilidade, estabilidade química, atividade antioxidante e biodisponibilidade, fatores essenciais para a utilização efetiva das mesmas em formulações alimentícias funcionais.

Lelis e colaboradores (33) investigaram a interação da albumina sérica bovina (BSA) com o corante alimentício Ponceau 4R(P4R), utilizando a técnica de RPS e espectroscopia de fluorescência. Simulando o pH fisiológico do corpo humano (7,4) os dados termodinâmicos obtidos por meio da RPS ($\Delta G_{RPS-298,15K}^0 = -17,96 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta H_{RPS-298,15K}^0 = -15,05 \text{ kJ mol}^{-1}$ e $T\Delta S_{RPS}^0 = 2,91 \text{ kJ mol}^{-1}$) indicaram que a formação do complexo BSA-P4R foi impulsionada pela diminuição da entalpia. No entanto, os parâmetros termodinâmicos determinados por RPS foram diferentes em magnitude dos obtidos pela técnica de fluorescência. Essas diferenças foram atribuídas ao fato de a técnica de fluorescência monitorar apenas as interações próximas aos resíduos de triptofano presentes na BSA, enquanto na técnica de RPS todos os sítios de interação da proteína são considerados.

Complexos supramoleculares formados pela interação entre a BSA e os aditivos alimentares palmitato de ascorbila (AP) e estearato de ascorbila (AS) foram investigados utilizando RPS (34). Tanto o AP quanto o AS formam complexos 1:1 com BSA, com valores de $k_{a-AP} = 6.78 \times 10^2 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$, $k_{d-AP} = 2.77 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $k_{a-AS} = 5.25 \times 10^1 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$, $k_{d-AS} = 9.92 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ (a 298 K). Além das constantes cinéticas, os valores de K_D e demais parâmetros termodinâmicos também foram determinados. Os baixos valores de $K_{D-AP} 4.09 \times 10^{-5} \text{ M}$ e $K_{D-AP} 1.89 \times 10^{-5} \text{ M}$ mostraram uma alta afinidade de ambos os

aditivos alimentares para a BSA, enquanto valores positivos de ΔH° ($\Delta H_{AP}^\circ=45,35$ kJ mol⁻¹ e $\Delta H_{AS}^\circ=106,04$ kJ mol⁻¹) e ΔS° ($\Delta S_{AP}^\circ=68.63$ J mol⁻¹ e $\Delta S_{AS}^\circ=265.84$ J mol⁻¹) indicaram que as forças hidrofóbicas desempenham um papel importante na formação do complexo BSA-AS e BSA-AP.

A curcumina é um composto fenólico que apresenta atividade antioxidante, antimicrobiana e anticâncer. No entanto, possui baixa estabilidade à luz e baixa solubilidade em água, dificultando sua utilização na indústria de alimentos (35). Neste sentido, Hudson et al. (21) estudaram o efeito protetor da BSA nativa e desnaturada na formação de complexo com a curcumina, a partir da determinação dos parâmetros cinéticos e termodinâmicos por três técnicas: espectroscopia de fluorescência (EF), microcalorimetria de titulação isotérmica (ITC) e RPS. Os resultados indicaram que houve a formação de um complexo CUR-BSA pelas três técnicas utilizadas. No entanto, os valores da constante de interação CUR-BSA_{nativa} a 25°C foram diferentes para as três técnicas: $K_{b-RPS} = 5,36 \times 10^3$ L mol⁻¹, $K_{b-ITC} = 9,31 \times 10^5$ L mol⁻¹ e $K_{b-EF} = 1,95 \times 10^5$ L mol⁻¹. A diferença nos valores obtidos pode ser explicada pela detecção de todos os sítios da BSA disponíveis para interação, não se restringindo ao sítio próximo ao triptofano. Além disso, outro fator a ser considerado, é que na técnica de SPR a proteína é imobilizada no sensorchip, o que pode dificultar o acesso a alguns sítios de interação da macromolécula. As constantes cinéticas k_a e k_d obtidas por meio da RPS foram $1,49 \times 10^4$ M⁻¹ s⁻¹ e $6,77 \times 10^{-1}$ s⁻¹, respectivamente. Estes resultados indicaram que a associação BSA-CUR ocorreu de forma mais rápida que a dissociação do complexo termodinamicamente estável. Ademais, a partir da análise de fotodegradação, foi possível observar que o complexo formado CUR-BSA reduziu a degradação da curcumina. Esses resultados forneceram informações muito úteis para veiculação da curcumina em matrizes alimentícias.

As interações da β -caseína foram estudadas com a curcumina e a vitamina D3 através da RPS e espectroscopia de fluorescência(36). O valor de K_b obtido por RPS para a interação β -caseína-curcumina foi $2,45 \times 10^3$ M⁻¹. No entanto, para a vitamina D3 as respostas ressonantes ficaram abaixo do limite de detecção, indicando que nas condições estudadas (298,15K e pH 7,4) não foi observada interação com a β -caseína imobilizada no sensorchip. Desta forma, evidências comprovaram que a β -caseína possui maior afinidade com a curcumina quando comparada com a vitamina D3.

O mecanismo de ligação da diversina (DIV), uma cumarina natural, com BSA, foi estudado usando diferentes métodos espectroscópicos (37). Os parâmetros cinéticos e termodinâmicos foram determinados por RPS. Os valores de k_a e k_d encontrados em 298.15 K foram $2,50 \times 10^3$ M⁻¹ s⁻¹ e $1,12 \times 10^{-5}$ s⁻¹, respectivamente. As constantes de interação calculadas por SPR e espectroscopia de fluorescência revelaram que BSA tem uma alta afinidade pela DIV ($K_b=2,23 \times 10^8$ M⁻¹). A análise dos dados termodinâmicos indicou que as interações hidrofóbicas desempenham um papel fundamental na formação do complexo BSA-DIV que foi entalpicamente dirigida ($\Delta H^\circ = 420.32$ kJ mol⁻¹ e $\Delta S^\circ = 1247.76$ J mol⁻¹).

Os parâmetros termodinâmicos e cinéticos associados a formação de complexo lisozima/ β -caroteno foram estudados pela técnica de fluorescência e RPS (22). As constantes cinéticas obtidas através da RPS foram $k_a = 2,25 \times 10^3$ M⁻¹s⁻¹ e $k_d = 0,380$ s⁻¹, respectivamente. Ambas as técnicas mostraram que os valores K_b aumentaram com aumento da temperatura, indicando que em temperaturas mais elevadas mais complexos

lisozima/ β -caroteno são formados. Os valores obtidos de ΔG° tornaram-se mais negativos à medida que a temperatura foi aumentou de 285,15 K ($\Delta G^\circ = -18,74 \text{ kJ mol}^{-1}$) a 301,15 K ($\Delta G^\circ = -22,26 \text{ kJ mol}^{-1}$), o que significa que o complexo termodinamicamente estável predominou sobre as moléculas livres e tornou-se mais estável com o aumento da temperatura. Os parâmetros energéticos associados a formação do complexo intermediário [lisozima/ β -caroteno] ‡ também foram determinados. Os valores da energia de ativação para o processo de associação das moléculas interagentes ($E^\ddagger(a)$) foram maiores que a energia de ativação para o processo de dissociação do complexo termodinamicamente estável formado ($E^\ddagger(d)$), indicando que a formação do complexo [lisozima/ β -caroteno] ‡ a partir das moléculas livres exigiu uma energia de ativação maior do que a sua formação a partir da dissociação do complexo termodinamicamente estável [lisozima/ β -caroteno] $^\circ$.

Uma análise completa da formação do complexo β -lactoglobulina-resveratrol foi realizada por meio da determinação dos parâmetros cinéticos e termodinâmicos utilizando RPS (38). As constantes k_a e k_d a 298,15 K foram de $2,28 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$ e $0,69 \text{ s}^{-1}$, respectivamente. Foi observada uma média de 17900 complexos β -lactoglobulina-resveratrol formados a cada segundo. No entanto, aproximadamente 60% do complexo formado foi dissociado em moléculas livres no mesmo intervalo de tempo. Na temperatura mais baixa estudada (285,15K) todos os parâmetros energéticos de ativação para o processo de associação foram positivos ($E^\ddagger(a) = 32,26 \text{ kJ mol}^{-1}$, $T\Delta S_a^\ddagger = 32,26 \text{ kJ mol}^{-1}$ e $\Delta Cp_{(a)}^\ddagger = 4,15 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) decorrente da maior estruturação das moléculas de água na camada de solvatação do resveratrol e β -lactoglobulina. Em temperaturas mais altas (301,15 K), no entanto, as moléculas de água na camada de solvatação se tornaram menos estruturadas, resultando em parâmetros energéticos de ativação negativos ($E^\ddagger = -121,58 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta S^\ddagger = -173,59 \text{ kJ mol}^{-1}$ e $\Delta Cp^\ddagger = -29,92 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$). Esse comportamento é justificado pela maior liberação de energia envolvida no processo de interação entre o resveratrol e a β -lactoglobulina quando comparado ao processo de dessolvatação das moléculas interagentes.

Ao mesmo tempo que proteínas de origem animal são as mais utilizadas nas estratégias de melhoria da estabilidade e solubilidade dos compostos bioativos, a demanda de consumidores mais conscientes as questões ambientais e adeptos às dietas restritivas de produtos de origem animal também demonstra sua ascensão (21,30). No entanto, o estudo da complexação de proteínas vegetais às moléculas bioativas ainda é recente e pouco explorado, e devido a sua diversidade de fontes, as propriedades tecnofuncionais destas nanoestruturas ainda precisam ser elucidadas. Neste sentido, surge a necessidade de estudos cinéticos e termodinâmicos associados a complexação entre as proteínas vegetais e moléculas de interesse, como as bioativas.

Rezende e colaboradores (30) estudaram a formação de complexos entre as proteínas extraídas do amendoim (conaraquina ou araquina) e o corante vermelho congo (VC). Ambas as proteínas interagiram com o VC, formando complexos, como demonstrado pelos valores negativos de ΔG° ($\Delta G^\circ = -20,24 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta G^\circ = -23,85 \text{ kJ mol}^{-1}$ a 298,15 K para a araquina e conaraquina, respectivamente). No entanto, o complexo formado entre a conaraquina e o VC foi o mais estável do ponto de vista termodinâmico. As constantes cinéticas indicaram que a taxa de associação da conaraquina-VC foi mais rápida do que a araquina-VC, enquanto a dissociação do complexo termodinamicamente estável foi mais lenta para a conaraquina-VC.

Os exemplos acima deixam clara a importância da caracterização detalhada da dinâmica e energética das interações entre proteínas e moléculas bioativas. Ao conhecer o mecanismo de interação entre essas moléculas torna-se possível modular suas propriedades, o que permitirá sua inserção em matrizes alimentícias, potencializando seus efeitos nutracêuticos.

VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TÉCNICA

Além da capacidade de determinar parâmetros cinéticos de forma direta e fornecer uma análise termodinâmica completa, a técnica de RPS possui as seguintes vantagens: a) não requer a utilização de marcadores, b) possui alta precisão e reprodutibilidade, com capacidade de medir constantes de equilíbrio de associação na ordem de $0,01\mu\text{M}^{-1}$, c) detecção de analitos de baixo peso molecular ($\sim 200\text{Da}$) e d) utiliza baixo volume de amostra ($< 20\ \mu\text{L}$) (8,9,39). Os experimentos realizados com biossensores baseados em RPS consideram todos os sítios de interação da proteína imobilizada no chip, ao contrário da técnica de espectroscopia de fluorescência que se restringe à ligação que ocorre diretamente com os resíduos do triptofano (10,21).

Embora essa técnica apresente alta sensibilidade na determinação dos dados cinéticos e termodinâmicos, a imobilização da proteína na superfície do chip sensor pode afetar suas entropias conformacionais e translacionais/rotacionais e dificultar o acesso a alguns sítios de ligação, interferindo, portanto, na dinâmica e energética de interação proteína-bioativo (21,40). Além disso, os valores de ΔH° são obtidos de forma indireta, por meio da aproximação de van't Hoff, que pode acarretar em incertezas. Apesar da técnica de calorimetria de titulação isotérmica ser a única abordagem que permite determinar diretamente a troca de energia na forma de calor durante a formação do complexo, a mesma necessita de um volume de amostra 100 vezes maior que RPS (8,41,42).

CONCLUSÃO

Por possibilitar a caracterização cinética e termodinâmica completa da formação de complexos supramoleculares entre proteínas e moléculas bioativas, a técnica de RPS se mostra como uma ferramenta versátil e confiável para aplicação na área de alimentos. Os dados obtidos por RPS fornecem *insights* sobre os mecanismos de reconhecimento molecular, que são peças-chave no projeto de nanocarreadores mais específicos e funcionais veiculados em matrizes alimentares. No entanto, apesar da sua grande relevância, aspectos fundamentais associados a dinâmica e energética de formação destas nanoestruturas ainda são desconhecidos. Ainda hoje pouco se sabe sobre a velocidade de formação e dissociação destes complexos, nem mesmo sua estabilidade termodinâmica ou as forças motrizes que dirigem sua formação, o que torna o uso potencial dos mesmos bastante limitado. São estudos como estes que possibilitarão a modulação das propriedades físico-químicas e o controle sobre estes sistemas, permitindo desta forma, explorar de maneira completa seu grande potencial científico e tecnológico na indústria alimentícia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Li X, Gong P, Zhao Q, Zhou X, Zhang Y, Zhao Y. Plug-in optical fiber SPR biosensor for lung cancer gene detection with temperature and pH compensation. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2022;131596.
2. Zhang L, Wang H, Zhang H, Zhang N, Zheng X, Li W, et al. Development of a portable multiplexed instrument for multi-proteins detection in human urine using surface plasmon resonance. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2022 Oct 15;369:132272.
3. Zhou J, Qi Q, Wang C, Qian Y, Liu G, Wang Y, et al. Surface plasmon resonance (SPR) biosensors for food allergen detection in food matrices. *Biosensors and Bioelectronics*. 2019;142:111449.
4. Zhou J, Wang Y, Qian Y, Zhang T, Zheng L, Fu L. Quantification of shellfish major allergen tropomyosin by SPR biosensor with gold patterned Biochips. *Food Control*. 2020;107:106547.
5. Rezende J de P, Hudson EA, de Paula HMC, Coelho YL, da Silva LHM, dos Santos Pires AC. Thermodynamic and kinetic study of epigallocatechin-3-gallate-bovine lactoferrin complex formation determined by surface plasmon resonance (SPR): A comparative study with fluorescence spectroscopy. *Food Hydrocolloids*. 2019;95:526–32.
6. de Paula HMC, Coelho YL, Agudelo AJP, de Paula Rezende J, Ferreira GMD, Ferreira GMD, et al. Kinetics and thermodynamics of bovine serum albumin interactions with Congo red dye. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2017;159:737–42.
7. Pattnaik P. Surface Plasmon Resonance Applications in Understanding Receptor-Ligand Interaction. Vol. 126, *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2005.
8. van der Merwe PA. Surface plasmon resonance. 2001.
9. Myszka DG. Kinetic analysis of macromolecular interactions using surface plasmon resonance biosensors. *Current Opinion in Biotechnology*. 1997 Feb 1;8(1):50–7.
10. Schasfoort RBM. Handbook of surface plasmon resonance. Royal Society of Chemistry; 2017.
11. Santa Rosa LN, de Paula Rezende J, Coelho YL, Mendes TAO, da Silva LHM, dos Santos Pires AC. β -lactoglobulin conformation influences its interaction with caffeine. *Food Bioscience*. 2021;44:101418.
12. Koop BL, da Silva MN, da Silva FD, dos Santos Lima KT, Soares LS, de Andrade CJ, et al. Flavonoids, anthocyanins, betalains, curcumin, and carotenoids: sources, classification and enhanced stabilization by encapsulation and adsorption. *Food Research International*. 2022;110929.
13. Francis FJ, Markakis PC. Food colorants: anthocyanins. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*. 1989;28(4):273–314.
14. Peanparkdee M, Yamauchi R, Iwamoto S. Stability of bioactive compounds from Thai Riceberry bran extract encapsulated within gelatin matrix during in vitro

- gastrointestinal digestion. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2018;546:136–42.
15. Gheonea I, Aprodu I, Râpeanu G, Stănciuc N. Binding mechanisms between lycopene extracted from tomato peels and bovine β -lactoglobulin. *Journal of Luminescence*. 2018;203:582–9.
 16. Rezaei A, Fathi M, Mahdi S. Nanoencapsulation of hydrophobic and low-soluble food bioactive compounds within different nanocarriers. *Food Hydrocolloids*. 2019;88:146–62.
 17. Chung C, Rojanasasithara T, Mutilangi W, McClements DJ. Stabilization of natural colors and nutraceuticals: Inhibition of anthocyanin degradation in model beverages using polyphenols. *Food Chemistry*. 2016;212:596–603.
 18. Pertig D, Schäfer C, Ulrich J. Stabilization of Carotenoids. *Chemical Engineering & Technology*. 2012 Jun;35(6):1045–50.
 19. Morales P, Barros L, Ferreira ICFR. Food colorants: Challenges , opportunities and current desires of agro- industries to ensure consumer expectations and regulatory practices. *Trends in Food Science & Technology journal*. 2016;52:1–15.
 20. Hudson EA, Rezende J de P, de Paula HMC, Coelho YL, da Silva LHM, Pires AC dos S. Energetic parameters of β -casein/quercetin activated and thermodynamically stable complex formation accessed by Surface Plasmon Resonance. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2019 Sep 1;181:798–805.
 21. Hudson EA, de Paula HMC, Ferreira GMD, Ferreira GMD, Hespanhol M do C, da Silva LHM, et al. Thermodynamic and kinetic analyses of curcumin and bovine serum albumin binding. *Food Chemistry*. 2018 Mar 1;242:505–12.
 22. Magalhães OF, de Paula HMC, Rezende J de P, Coelho YL, Mendes TA de O, da Silva LHM, et al. Energetic and molecular dynamic characterization of lysozyme/ β -carotene interaction. *Journal of Molecular Liquids*. 2021 Sep 1;337:116404.
 23. Hänel C, Gauglitz G. Comparison of reflectometric interference spectroscopy with other instruments for label-free optical detection. *Anal Bioanal Chem*. 2002;372(1):91–100.
 24. Coelho YL, de Paula HMC, Agudelo AJP, de Castro ASB, Hudson EA, Pires ACS, et al. Lactoferrin-phenothiazine dye interactions: Thermodynamic and kinetic approach. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019 Sep 1;136:559–69.
 25. Nagata K, Handa H. Real-Time Analysis of Biomolecular Interactions: applications of BIACORE. *Real-Time Analysis of Biomolecular Interactions*. Springer Japan; 2000. 256 p.
 26. Green RJ, Frazier RA, Shakesheff KM, Davies MC, Roberts CJ, Tendler SJB. Surface plasmon resonance analysis of dynamic biological interactions with biomaterials. *Biomaterials* [Internet]. 2000;21(18):1823–35. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961200000776>
 27. Beseničar M, Maček P, Lakey JH, Anderluh G. Surface plasmon resonance in protein–membrane interactions. *Chemistry and Physics of Lipids* [Internet]. 2006;141(1):169–78. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009308406000326>

28. Rich RL, Myszka DG. The Revolution of Real-Time, Label-Free Biosensor Applications. In John Wiley & Sons; 2011.
29. Kohout J. Modified arrhenius equation in materials science, chemistry and biology. *Molecules*. 2021 Dec 1;26(23).
30. Rezende J de P, de Paula HMC, Freitas TD, Coelho YL, da Silva LHM, dos Santos Pires AC. Application of Congo red dye as a molecular probe to investigate the kinetics and thermodynamics of the formation processes of arachin and conarachin nanocomplexes. *Food Chemistry*. 2022;132485.
31. Nunes NM, Pacheco AFC, Agudelo AJP, Silva LHM, Pinto MS, Hespanhol MC, et al. Interaction of cinnamic acid and methyl cinnamate with bovine serum albumin: A thermodynamic approach. *Food Chemistry*. 2017;237:525–31.
32. Mohammadian M, Waly MI, Moghadam M, Emam-Djomeh Z, Salami M, Moosavi-Movahedi AA. Nanostructured food proteins as efficient systems for the encapsulation of bioactive compounds. *Food Science and Human Wellness*. 2020;9:199–213.
33. Lelis CA, Ferreira GMD, Ferreira GMD, do Carmo Hespanhol M, Pinto MS, da Silva LHM, et al. Determination of driving forces for bovine serum albumin-Ponceau4R binding using surface plasmon resonance and fluorescence spectroscopy: A comparative study. *Food Hydrocolloids*. 2017;70:29–35.
34. Fathi F, Mohammadzadeh-Aghdash H, Sohrabi Y, Dehghan P, Ezzati Nazhad Dolatabadi J. Kinetic and thermodynamic studies of bovine serum albumin interaction with ascorbyl palmitate and ascorbyl stearate food additives using surface plasmon resonance. *Food Chemistry*. 2018 Apr 25;246:228–32.
35. Gupta SC, Patchva S, Aggarwal BB. Therapeutic Roles of Curcumin: Lessons Learned from Clinical Trials.
36. Bahri A, Henriquet C, Pugnère M, Marchesseau S, Chevalier-Lucia D. Binding analysis between monomeric β -casein and hydrophobic bioactive compounds investigated by surface plasmon resonance and fluorescence spectroscopy. *Food Chemistry*. 2019 Jul 15;286:289–96.
37. Maleki S, Dehghan G, Sadeghi L, Rashtbari S, Iranshahi M, Sheibani N. Surface plasmon resonance, fluorescence, and molecular docking studies of bovine serum albumin interactions with natural coumarin diversin. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2020 Apr 5;230.
38. Vale RTR, de Paula HMC, Coelho YL, Rezende J de P, Vidigal MCTR, Silva LHM, et al. β -lactoglobulin and resveratrol nanocomplex formation is driven by solvation water release. *Food Research International*. 2022 Aug 1;158:111567.
39. Rezende J de P, Coelho YL, de Paula HMC, da Silva LHM, Pires ACS. Temperature modulation of lutein-lysozyme hydrophobic-hydrophilic interaction balance. *Journal of Molecular Liquids*. 2020;316:113887.
40. Du X, Li Y, Xia YL, Ai SM, Liang J, Sang P, et al. Insights into Protein–Ligand Interactions: Mechanisms, Models, and Methods. *International Journal of Molecular Sciences*. 2016;17(2):144.
41. Willcox BE, Gao GF, Wyer JR, Ladbury JE, Bell JI, Jakobsen BK, et al. Wucherpennig and Strominger, 1995; Kali-* Medical Research Council Human Immunology Unit yaperumal. Vol. 10, Immunity. Mason; 1999.

42. de Mol NJ, Fischer MJE. Kinetic and thermodynamic analysis of ligand-receptor interactions: SPR applications in drug development. Handbook of Surface Plasmon Resonance. 2008;123–72.

Capítulo 2

PESQUISA MERCADOLÓGICA PARA ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO DE REQUEIJÃO SABOR BACON

Marketing research to analyze the development of bacon-flavored cream cheese

Raquel Coldibelli Ribeiro *; Otávio Augusto Guidini ; Ariane Renata Serapião
Silva ; Mariana Borges de Lima Dutra 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: quelcoldibelli@gmail.com

Resumo: Atualmente, devido a globalização e a facilidade de se obter informações, o mercado da indústria alimentícia se mostra cada vez mais competitivo, influenciando as empresas a investirem em maior qualidade e desenvolvimento de novos produtos. O setor de pesquisa e desenvolvimento (P&D) foca a maior parte dos seus esforços na coleta de informações e conhecimento, de forma sistemática, encontrando as necessidades dos consumidores, para que seja possível buscar soluções comerciais para estes, e para isto uma das ferramentas mais utilizadas é a pesquisa mercadológica, podendo ser utilizada no ambiente online, o que também favorece este processo, dando maior facilidade na coleta de dados. O intuito deste trabalho foi realizar a pesquisa mercadológica para identificar o perfil e as características de consumidores de requeijão, fornecendo informações para as indústrias do ramo a fim de que possam desenvolver um novo produto, requeijão sabor bacon. A pesquisa foi conduzida através de um questionário, em que se recrutou 233 participantes para a coleta das informações. Os resultados da pesquisa mostraram que a maioria do público era feminino, com idade entre 21 e 30 anos e que certamente consumiriam o produto, preferindo intensidade de sabor intermediária e coloração em tons rose. Também foi possível obter informações sobre a preferência de embalagem (entre 200 e 250 gramas) e valor (R\$1,00 acima do valor de requeijões tradicionais).

Palavras-chave: formulário; produção; venda

INTRODUÇÃO

O requeijão cremoso é um produto obtido por fusão de uma massa coalhada dessorada e lavada. Suas características sensoriais incluem cremosidade, espalhabilidade, umidade, coloração branca, sabor levemente salgado, consistência untuosa, fina e lisa ou compacta (1, 2, 3).

Aliado ao fator qualidade, o cenário atual nas indústrias alimentícias tem ficado cada vez mais competitivo, além das mudanças no comportamento de hábitos alimentares dos consumidores, impulsionando o desenvolvimento de novos produtos (3, 4, 5).

Este desenvolvimento de produtos implica na coleta de informações e conhecimento, de forma sistemática, das necessidades dos consumidores, para que seja possível buscar soluções comerciais para estes (6, 7). O ambiente online também favorece este processo, dando maior facilidade na coleta de dados e sintetização do processo (9).

Uma das mais importantes ferramentas para estudar o comportamento de consumidores é a pesquisa mercadológica, pois ela apresenta informações sobre o perfil, hábitos e expectativas dos consumidores, fornecendo importantes resultados tanto para a execução de um projeto como para seu planejamento futuro (10, 11).

Cerca de 70% do consumo de carne suína do Brasil ocorre através de produtos industrializados como embutidos e defumados, sendo o bacon um destes produtos defumados, que apresentam grande atração por suas características e seu sabor (10, 11).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo realizar a pesquisa mercadológica para identificar o perfil e características de consumidores de requeijão, fornecendo informações para as indústrias do ramo a fim de que possam desenvolver um novo produto, requeijão sabor bacon, bem como atender aos anseios de seus clientes.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no ano de 2020, de forma online, utilizando o método de levantamento de dados descritivos, através de um questionário estruturado em 16 questões, contendo questões abertas e fechadas, conforme Tabela 1, formulado através da plataforma Google Forms.

Quadro 1 – Perguntas do questionário fornecido aos participantes

Questão	Pergunta
1	Após ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, você aceita participar desta pesquisa?
2	Gênero
3	Idade
4	Grau de instrução
5	Renda familiar mensal equivalente a R\$1.100,00
6	Você consome requeijão com que frequência?
7	Se você consome ou já consumiu requeijão, qual característica considera mais importante?
8	Você já consumiu requeijão com sabor?
9	Se a resposta anterior for sim, qual ou quais sabores?
10	Você consumiria um requeijão sabor bacon?

11	Se a resposta anterior for não, por qual motivo você não consumiria?
12	Como você consumiria o requeijão sabor bacon?
13	Qual intensidade do sabor de bacon seria ideal para você?
14	Qual a coloração ideal do requeijão sabor bacon para você?
15	Qual tamanho de embalagem seria ideal para venda de requeijão sabor bacon?
16	Quanto você estaria disposto a pagar por um requeijão sabor bacon, considerando uma embalagem de 250 gramas?

De acordo com Cobra (12), se faz necessário identificar quais são os fatores que influenciam o comportamento de compra dos indivíduos, podendo ser pela idade, renda, escolaridade ou gosto dos consumidores. Além destes quesitos, questões sobre a análise de possível consumo e preferência de “requeijão sabor bacon” também foram realizadas. Para responder o questionário foram recrutados 233 participantes, voluntários e maiores de 18 anos que concordaram em aceitar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo realizada uma amostragem por conveniência.

Os dados foram tabulados através da própria plataforma da pesquisa. Ao final, os resultados foram analisados e, através do programa Microsoft Word 2016, realizou-se planilhas e gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa mercadológica mostraram que a maioria do público era feminino (76%), com idade entre 21 e 30 anos (42,5%), grau de instrução ensino superior incompleto (51,9%) e renda familiar mensal de 1 a 3 salários-mínimos equivalente a R\$1.100,00 (54,5%).

Quanto a questão do consumo de requeijão, 22,3% consumiam diariamente, conforme Figura 1, sendo o sabor a característica mais importante (correspondendo a 48% das respostas), conforme Figura 2.

Alves et al. (1) também analisaram a frequência de consumo de requeijão e puderam observar que 49% sempre consumiam, 46% as vezes consumiam e somente 5% não consumiam, estando bem próximo ao encontrado neste trabalho visto que 53% dos participantes consumiam requeijão ao menos 1 vez na semana.

Questão 6 - Você consome requeijão com que frequência?

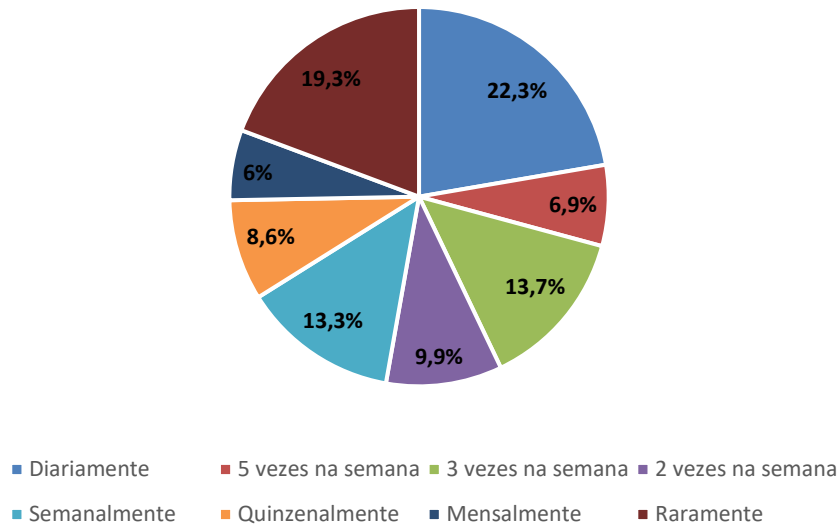


Figura 1 – Questão 6 sobre a frequência de consumo de requeijão

Questão 7 - Se você consome ou já consumiu requeijão, qual característica considera mais importante?

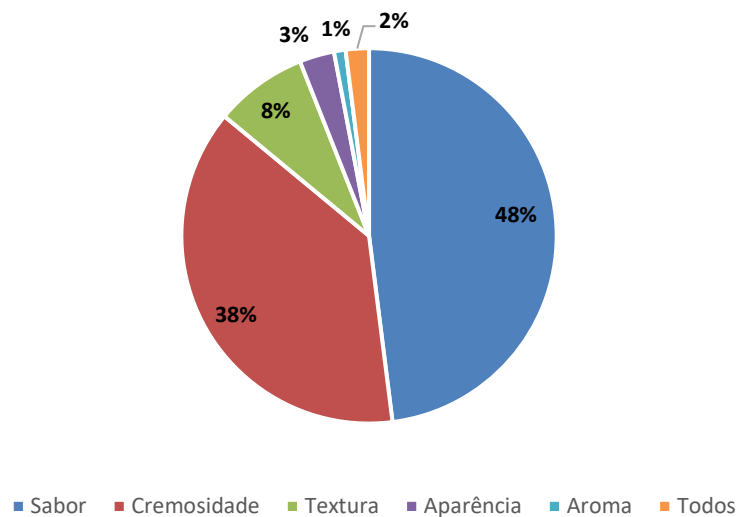


Figura 2 – Questão 7 sobre as características mais importantes sobre o requeijão

Com relação ao consumo de requeijão com sabor, 52,8% não consumiam, sendo um valor bem próximo a média. Já com relação aos que consumiam, os sabores mais evidentes foram de cheddar, catupiry e ervas finas, conforme Figura 3.

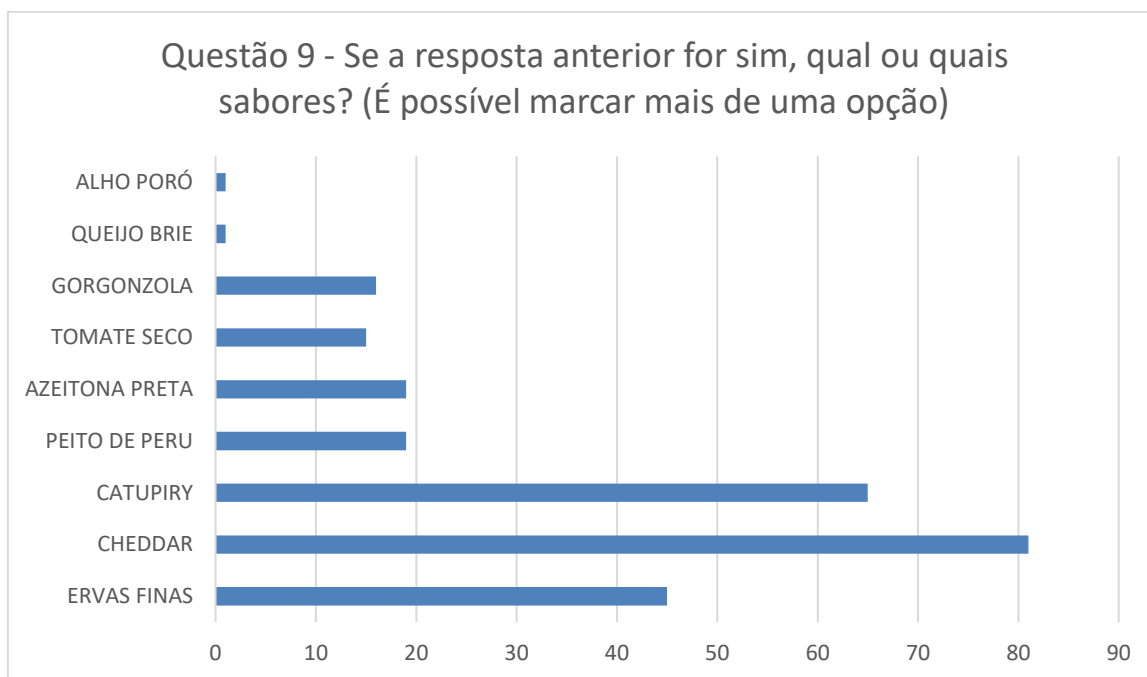


Figura 3 – Questão 9 sobre os sabores de requeijão consumidos

Com relação ao consumo de um novo produto, o “requeijão sabor bacon”, 74,2% dos participantes consumiriam e 18,9% talvez consumiriam, o qual se relaciona com a pesquisa de Alves et al. (1) que observaram na sua pesquisa de um requeijão sabor bacon com pedaços de bacon, que 73% dos provadores certamente comprariam o produto.

Os participantes que responderam que não consumiriam este produto justificaram o motivo com afirmações de vegetarianismo, por não gostarem do sabor de bacon e porque acreditam que o produto possuiria sabor muito intenso, retirando o sabor suave do requeijão.

Quanto ao método de consumo deste requeijão, a maioria das respostas consistiu em utilizá-lo em lanches no dia-a-dia e como um acompanhamento, conforme Figura 4.

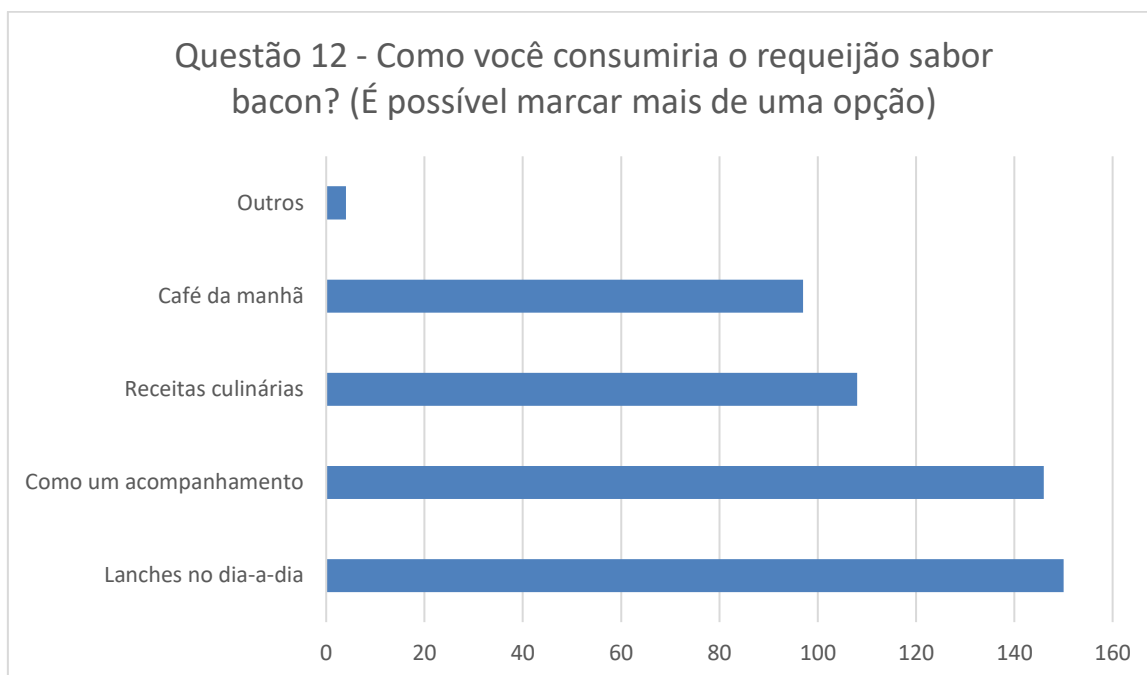


Figura 4 – Questão 12 sobre como os participantes consumiriam o requeijão

Com relação a intensidade do sabor e coloração do produto, a maioria das respostas consistiu em intensidade intermediária (54,9%) e tons de rose (45,5%). Quanto a venda deste produto, 67,8% consideraram como tamanho adequado uma embalagem com conteúdo entre 200 e 250 gramas e para o valor as respostas ficaram próximas, conforme Figura 5, embora o valor de R\$1,00 acima do valor de requeijões tradicionais tenha sido o mais escolhido.

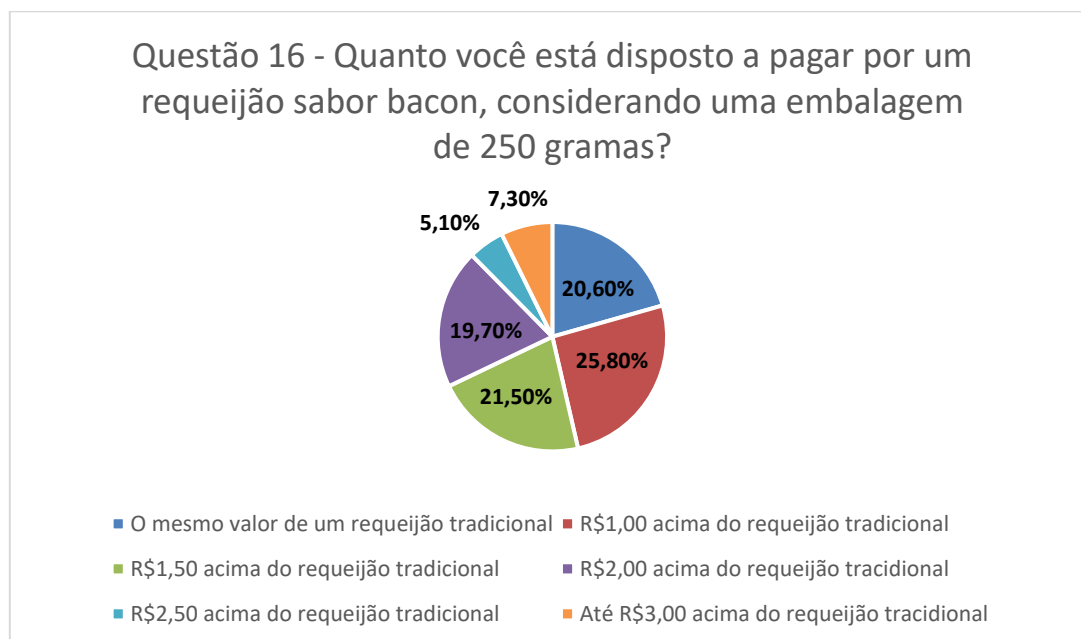


Figura 5 – Questão 16 sobre quanto os participantes estariam dispostos a pagar pelo requeijão sabor bacon

Dessa forma, o requeijão sabor bacon se demonstrou um produto com demasiado interesse pelos participantes, principalmente mulheres entre 21 e 30 anos.

Os participantes também puderam descrever como seria um requeijão sabor bacon ideal para cada, cujo maior resultado atenta-se para o sabor intenso e cremosidade, com coloração rose, em embalagens de 250 gramas e preço próximo ao requeijão tradicional, permitindo o futuro desenvolvimento deste produto.

Além disto, para o possível marketing de comercialização, fica evidenciado agregar seu valor em lanches do dia a dia e com sua utilização como molho para petiscos e outros pratos.

CONCLUSÕES

O questionário elaborado contribui com importantes informações para o desenvolvimento do produto, sendo coletado 233 respostas.

Esta ferramenta permite avaliar o público-alvo e verificar o interesse das pessoas pelo produto, as características mais apreciadas e o valor mais recomendado para o mercado, além de garantir a aplicabilidade do produto.

Pode-se determinar que o produto desenvolvido possui uma boa aceitabilidade e o presente trabalho poderá ser utilizado em uma futura proposta de marketing. Sugere-se a continuação deste projeto com o desenvolvimento do produto e análise sensorial.

REFERÊNCIAS

1. Alves DC, Sacadela KSM, Gimenez LM, Ciccone RF, Benedetti R; Carvalho, DBP. Requeijão cremoso sabor bacon com pedaços de bacon. Revista Científica. 2017.
2. Cruz A, Oliveira C, Corassin CH, Sá P. Processamento de produtos lácteos: queijos, leites fermentados, bebidas lácteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos funcionais. Elsevier. 2017.
3. Ferrão LL. Elaboração de requeijão cremoso adicionado de xilooligossacarídeo, reduzido de gordura e de sódio. Tese (Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2017.
4. Belsito PC. Desenvolvimento de requeijão prebiótico com adição de galactooligossacarídeo. Dissertação (Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2016.
5. Pugh S. Total design: integrated methods for successful product engineering. Addison Wesley Publishing Company. 1991.
6. Clark KB, Fujimoto T. Product development performance: strategy, organization, and management in the world auto industry. Harvard Business School Press. 1991.
7. Grutzmann A, Zambalde AL, Bermejo PHS. Inovação, desenvolvimento de novos produtos e as tecnologias internet: estudo em empresas brasileiras. Gestão e Produção. 2019:26.
8. Samara BS, Barros JC. Pesquisa de marketing: conceitos e metodologia. Pearson Prentice Hall. 2007:4:272.
9. Gonçalves ACA, Ferreira MAM, Minim LA, Minim VPR. Pesquisa de mercado aplicada à indústria de alimentos. Análise Sensorial: Estudos com Consumidores. 2013:3:274.

10. Silva JH. Aspectos tecnológicos relacionados a fabricação de Bacon. Trabalho de Conclusão (Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
11. Silva JP, Gomes LPS. Estudo e avaliação do consumidor de carne suína "in natura" e industrializada na microrregião de Guarabira. Agropecuária Científica no Semi-Árido, v. 05, p. 61, 2009.
12. Cobra, 2011. In: Malvezzi BZ, Escavanaqui GR, Teixeira G, Lima JDM, Bueno VGC, Trova ECY, Troca RV, Gonçalves MGC. Pesquisa mercadológica sobre consumo de alimentos minimamente processados - Mogi Mirim, 2015. Universitas. 2015.

Capítulo 3

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DE GIRASSOL ADICIONADO DE EXTRATOS DE FOLHA DE LOURO (*Laurus nobilis*) SOB ESTOCAGEM ACELERADA EM ESTUFA

Maíra de Oliveira Namorato Caetano *; Neuza Jorge 

**Autor correspondente (Corresponding author) - Email: maira.namorato@unesp.br*

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o óleo de girassol adicionado de extratos etanólicos de folhas de louro (*Laurus nobilis*) e terc-butil-hidroquinona (TBHQ), sob estocagem acelerada em estufa, por meio das análises de compostos primários e secundários da oxidação e ganho de massa. Foram utilizados extratos liofilizados (EL) e secos em estufa a 60 °C (ES). Os tratamentos constituídos por óleo de girassol sem e com antioxidantes natural (extratos de louro) e sintético (TBHQ) foram submetidos ao teste acelerado em estufa a 60 °C, cujas amostras foram tomadas nos intervalos de 0, 7, 14 e 21 dias e posteriormente analisadas. Os índices de dienos conjugados, peróxidos e Totox apresentaram quantidades aumentadas ao final da estocagem. Aos 21 dias de estocagem, o óleo de girassol apresentou valores significativamente maiores de dienos e peróxidos em relação aos tratamentos contendo antioxidantes sintético e natural, com exceção do tratamento EL que demonstrou efeito pró-oxidante, atingindo 198,86 meq/kg de peróxidos. Os tratamentos contendo TBHQ isoladamente ou não, apresentaram índices de *p*-anisidina e Totox significativamente menores que os demais. Os tempos requeridos para alcançar 0,5% do aumento de massa foram de 8 dias para o EL, 9 dias para o OG, ES e EL+ES, 12 dias para ES+TBHQ, 14 dias para EL+TBHQ e 16 dias para TBHQ. Conclui-se que o extrato seco em estufa apresentou menores níveis de oxidação lipídica que o extrato liofilizado e o óleo de girassol. Entretanto, os tratamentos contendo o antioxidante sintético demonstraram maior estabilidade oxidativa ao longo do tempo de estocagem.

Palavras-chave: compostos fenólicos totais; extrato etanólico; ganho de massa

INTRODUÇÃO

Óleos com elevados teores de ácidos graxos poli-insaturados, como é o caso da maioria dos óleos vegetais, estão susceptíveis à peroxidação lipídica, e uma vez oxidados, causam efeitos maléficos tanto ao alimento quanto à saúde, podendo sofrer alterações no valor nutricional e no *flavor* original com o surgimento de odor e gosto característicos de ranço, além de destruição de vitaminas e irritação da mucosa intestinal (1, 2, 2).

A oxidação lipídica é um processo de degradação que ocorre quando o oxigênio atmosférico ou aquele que está dissolvido no óleo reage com ácidos graxos insaturados presentes induzindo a peroxidação (3).

A autooxidação é a uma das transformações mais comuns em alimentos, e consiste principalmente na oxidação de ácidos graxos com duplas ligações, mas pode ocorrer com outras substâncias de interesse biológico, como a vitamina A (4).

Os produtos primários da oxidação lipídica são compostos produzidos nas etapas de iniciação e propagação e, por se tratarem dos primeiros produtos formados no processo de oxidação lipídica, eles podem aparecer precocemente. Esses produtos podem ser formados a partir de um único ácido graxo e costumam ocorrer em ligações duplas e podem sofrer abstração posterior de hidrogênio ou ataque por oxigênio singlete, o que resultará na formação de produtos de degradação adicionais (5).

Para monitorar o processo oxidativo do óleo, determina-se, geralmente, dienos conjugados e índice de peróxidos que são produtos primários da oxidação e estão relacionados com a oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados (6).

A avaliação de hidroperóxidos de ácidos graxos é um método comum para a medição da qualidade oxidativa de óleos e gorduras. Esses métodos baseiam-se na capacidade de hidroperóxidos de oxidar compostos indicadores (5).

Os produtos secundários são compostos que surgem da decomposição de hidroperóxidos de ácidos graxos por reações de β -clivagem. Essas reações podem gerar centenas de compostos distintos, tanto voláteis como não-voláteis, a partir da oxidação. A formação de produtos secundários deriva da decomposição de hidroperóxidos lipídicos, portanto, como desvantagem desses métodos, em alguns casos, as concentrações de produtos secundários podem ser baixas, enquanto as concentrações de produtos primários são elevadas. Como vantagem, é a avaliação de muitos produtos da decomposição de ácidos graxos, os quais são responsáveis diretos por odores e sabores indesejáveis em óleos rançosos, e, portanto, têm elevada correlação com a análise sensorial (5).

O índice de *p*-anisidna fundamenta-se na reação de produtos secundários da degradação de lipídios, sobretudo aldeídos, com a *p*-anisidina, formando um produto amarelo, sendo determinado espectrofotometricamente a 350 nm de absorbância. O valor de *p*-anisidina corresponde ao valor resultante de 100 vezes a absorbância detectada em solução de 1 grama de óleo em mistura de solvente e regente, em cubeta de 1 cm (7, 8).

Totox apresenta a medida da oxidação total, a partir dos valores de *p*-anisidina e peróxidos, ou seja, demonstra a formação de produtos primários e secundários da oxidação (9).

Na análise de ganho de massa, pode-se verificar a quantidade de oxigênio adicionado às moléculas insaturadas da amostra lipídica e acompanhar a formação de hidroperóxidos durante a oxidação (10, 12).

A oxidação nos alimentos pode ser inibida de diferentes maneiras, incluindo a prevenção do acesso de oxigênio ou redução de sua pressão, uso de baixas temperaturas,

inativação de enzimas que catalisam a reação de oxidação e utilização de embalagens adequadas. Outra forma de proteção é o uso de antioxidantes, aditivos específicos capazes de inibir a oxidação (10).

É importante mencionar que a oxidação lipídica é autocatalítica, ou seja, uma vez iniciada, a reação é autoaceleradora e autopropagadora e alguns fatores como íons de metais pesados, agem como pró-oxidantes, acelerando a reação de oxidação e diminuindo a velocidade ação dos antioxidantes (12)

Os antioxidantes podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de ação como primários ou secundários e alguns antioxidantes podem apresentar funções múltiplas (13).

Dentre os primários, estão os sintéticos butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), o terc-butil-hidroquinona (TBHQ), o galato de propila (GP) e os tocoferóis que são naturais (6, 13). Estes não detêm a formação dos radicais que são gerados na oxidação, mas os estabilizam e produzem radicais do antioxidante que são incapazes de iniciar ou propagar as reações oxidativas (5). São, então, compostos fenólicos que através da doação de átomos de hidrogênio a um radical livre, têm o poder de regenerar a molécula do aglicérol e interromper o mecanismo de oxidação por radicais livres, convertendo-os em produtos termodinamicamente estáveis (12, 14). Para que um antioxidante primário seja eficaz, deve inativar os radicais livres existentes antes que possam atacar os ácidos graxos insaturados (1).

Dentre os secundários, estão os sinergistas, que possuem pouca ou nenhuma atividade antioxidante, mas quando usados em combinação, podem aumentar a atividade dos antioxidantes primários (6); os removedores, como ácido ascórbico, que capturam o oxigênio do meio deixando-os indisponíveis para atuarem na propagação da oxidação (13, 15); os biológicos (enzimas) que são capazes de remover o oxigênio ou compostos altamente reativos de um sistema alimentício (13) e os sequestradores ou quelantes (ácidos fosfórico, cítrico, tartárico e ascórbico), que comumente são utilizados de maneira conjunta com os antioxidantes doadores de prótons, com um efeito sinergista entre eles (4) e atuam complexando íons metálicos que catalisam a oxidação lipídica. Um par de elétrons não compartilhado na sua estrutura molecular promove a ação de complexação (13).

Os antioxidantes sintéticos estão em constantes testes de comportamento toxicológicos e alguns estudos indicam cautela em seu uso (16). No Canadá e na Comunidade Econômica Europeia, por exemplo, não é permitido o uso do TBHQ (10). No Brasil, a legislação limita a 200 mg/kg para BHA e TBHQ, e 100 mg/kg para BHT e GP como concentrações máximas permitidas para óleos e gorduras (17). Com isso, os antioxidantes naturais têm ganhado atenção devido à tendência mundial de evitar ou minimizar o uso de aditivos alimentares artificiais (1).

As plantas contêm diversos compostos como fenólicos simples, ácidos fenólicos, antocianinas, derivados do ácido cinâmico e flavonoides e fatores como posição e grau de hidroxilação, polaridade, solubilidade, potencial de redução, estabilidade do fenólico influenciam na atividade dos sequestrantes de radicais livres de fenólicos (18).

Nos alimentos, os compostos fenólicos têm a função de conferir algumas propriedades quanto à prevenção de alterações indesejáveis de cor, aroma e atividade antioxidante. Biologicamente, é responsável pela atividade antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e outros (19).

A atividade antioxidante está intimamente relacionada ao conteúdo de compostos

fenólicos, com papel fundamental como eliminadores de radicais livres formados durante a inibição ou propagação da reação oxidativa, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, inativando-as (10, 20).

A folha de louro da espécie *Laurus nobilis*, além de ser uma especiaria muito utilizada na culinária, tem efeito antioxidante devido justamente à sua composição rica em compostos fenólicos (21). É uma planta que possui compostos bioativos que lhe conferem atividades antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante, dentre outras (22). Segundo Duarte e Oliveira (23), as folhas podem ser usadas com segurança, pois não foram relatados riscos no consumo ou restrições ao uso.

A composição química do louro compreende alcaloides, norisoprenoides, açúcares, polissacarídeos, ácidos orgânicos, tocoferóis e uma ampla gama de polifenóis, incluindo diferentes flavonoides, ácidos fenólicos, taninos e lignanos (24).

O óleo de girassol teve consumo inicial nos Estados Unidos como um item vendido principalmente em lojas de alimentos naturais. A ênfase estava no alto percentual de ácidos graxos poli-insaturados e os benefícios de uma dieta rica nesses ácidos graxos. Desde então, é considerado um óleo especial e o preço é mais alto do que os óleos comuns, sendo o valor controlado pelo preço do óleo de soja no mercado de exportação (6). Além disso, o alto teor de ácido linoleico favorece o uso do óleo de girassol também na área clínica, com a importante função de prevenir infecções e recuperar a integridade cutânea (25).

Pesquisas demonstram que a composição de ácidos graxos do óleo de girassol depende das condições genéticas e ambientais. Em geral, os ácidos graxos determinam as propriedades nutricionais e usos específicos. É constituído por uma pequena quantidade de ácidos graxos saturados (aproximadamente 10%), principalmente palmítico e esteárico, e é rico em vitamina E (α -tocoferol). Contém baixos teores de ácido α -linolênico ($\leq 0,2\%$), alto teor de ácido linoleico (60-75%) e contém cerca de 22% de ácido oleico (6,26).

O fato de o óleo de girassol ser rico em α -tocoferol, chama a atenção, uma vez que estudos sugerem que os óleos ricos em tocoferóis não respondem tão favoravelmente a antioxidantes adicionados, ao contrário do que acontece com os óleos com baixo teor de tocoferóis. Porém, durante os processamentos de neutralização, a eficácia do antioxidante melhora à medida que o conteúdo de tocoferol é reduzido (6). Segundo Masuchi et al. (27), durante o refino, pode haver perda de até 30% de tocoferol, dependendo das condições do processamento, sendo que os refinamentos físico e químico podem ocasionar maiores perdas de tocoferol se a temperatura de desodorização usada for superior a 260 °C.

O óleo de girassol, devido ao seu alto teor de ácido linoleico, é altamente susceptível à oxidação, e, portanto, a presença de antioxidantes é um fator determinante para garantir sua qualidade ao longo da vida de prateleira. Manter as características físico-químicas dos óleos vegetais e o grau de riqueza da insaturação dos ácidos graxos, é de grande interesse da produção industrial nacional e internacional (27, 28).

Sendo assim, o presente trabalho traz um estudo sobre a formação de compostos primários e secundários no óleo de girassol adicionado de extrato de e TBHQ sob estocagem acelerada em estufa a 60 °C.

MATERIAL E MÉTODOS

As folhas de louro foram coletadas manualmente de um loureiro existente no campus IBILCE/UNESP, São José do Rio Preto (latitude: 20° 49' 13" Sul, longitude: 49° 22' 47" Oeste) no mês de fevereiro do ano de 2021.

Para o preparo do extrato liofilizado (EL), as folhas foram liofilizadas durante 48 horas (Liobras, modelo L101, São Carlos, Brasil) e para o extrato de louro seco (ES), as folhas foram dispostas em bandejas de alumínio e colocadas em estufa com circulação forçada de ar (Marconi, MA 035, Piracicaba, Brasil) a 60 °C, até estabilização do peso da amostra.

Após os tratamentos térmicos, as folhas foram trituradas em processador (Walita, modelo HL 3252, São Paulo, Brasil), mantidas sob agitação com etanol (200 mL) (Etanol 95° GL) à temperatura ambiente (25 °C) durante 30 minutos em mesa agitadora orbital (Tecnal, modelo TE-141, Piracicaba, Brasil), na proporção de 1:10 (1 parte de folhas para 10 partes de solvente), ao abrigo da luz. Em seguida, a mistura foi centrifugada a 3.000 rpm, por 10 minutos e o sobrenadante submetido em filtro de papel contendo sulfato de sódio anidro. Procedeu-se a remoção do solvente utilizado, sob pressão reduzida a 45 °C, por meio do evaporador rotativo (Quimis, modelo Q 344B2, São Roque, Brasil).

Os extratos obtidos foram inertizados com gás nitrogênio e mantidos a -32 °C por 24 horas. Em seguida, os extratos foram submetidos ao liofilizador (Liobras, modelo L101, São Carlos, Brasil), durante 26 horas. Na sequência, os extratos foram pesados e ressuspensos em etanol, obtendo-se soluções-estoques contendo 1 g de extrato para cada 10 mL de solvente etanol (1:10), utilizadas para aplicações diretas no óleo de girassol.

O antioxidante sintético TBHQ foi aplicado nas concentrações 100 e 200 mg/kg, utilizado na forma comercial. Por ser a quantidade máxima permitida pela legislação brasileira a concentração de 200 mg/kg do antioxidante sintético TBHQ foi definida como máxima para todos os tratamentos realizados.

Para a realização deste trabalho, foi utilizado óleo de girassol refinado livre de antioxidantes sintéticos, adquirido no mercado local.

Estocagem acelerada em estufa

Foram submetidos à estocagem acelerada os seguintes tratamentos: óleo de girassol (OG); OG com 200 mg/kg de TBHQ (TBHQ200), OG com 200 mg/kg de compostos fenólicos totais do extrato liofilizado (EL200), OG com 100 mg/kg de TBHQ + 100 mg/kg de compostos fenólicos totais do extrato liofilizado (TBHQ100 + EL100) OG com 200 mg/kg de compostos fenólicos totais do extrato seco em estufa (ES200), OG com 100 mg/kg de TBHQ + 100 mg/kg de compostos fenólicos totais do extrato seco em estufa (TBHQ100 + ES100) e OG com 100 mg/kg de compostos fenólicos totais do extrato liofilizado + 100 mg/kg de compostos fenólicos totais do extrato seco em estufa (EL100 + ES100).

Os tratamentos foram mantidos por 21 dias em estufa (Marconi, MA 035, Piracicaba, Brasil), aquecida a 60 °C ± 2 °C, utilizando-se vidros âmbar de 60 mL contendo 30 mL de cada amostra, com relação superfície/volume de 0,3/cm. As amostras, em diferentes intervalos de tempo (0, 7, 14 e 21 dias) foram tomadas e inertizadas com nitrogênio gasoso e armazenadas a -18 °C até o momento das análises.

Dienos conjugados

Este método determina dienos conjugados, presentes na matéria graxa, expressos como porcentagem de ácidos dienoicos conjugados. Com base no método Ti 1a-64 da AOCS (7) foi feita a leitura da absorbância a 233 nm em espectrofotômetro (Shimadzu, modelo UV mini 1240, Kyoto, Japão).

Índice de peróxidos

O índice de peróxidos determina em miliequivalentes de oxigênio ativo por quilograma de matéria graxa todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio (KI), por serem essas substâncias geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares da oxidação de gorduras. Este índice foi determinado segundo o método Cd 8-53 da AOCS (7), o qual mede o iodo produzido a partir da reação do iodeto de potássio com os peróxidos. Os valores de peróxidos são expressos em miliequivalentes (meq) de oxigênio por kg de óleo, sendo que 1 meq é igual a 2 mmol de hidroperóxido (5).

Índice de p-anisidina

Esse teste foi desenvolvido com a finalidade de quantificar compostos secundários, tipo aldeídos α e β insaturados (principalmente 2-alquenal) presentes nos óleos. Consiste na formação de um complexo de cor amarela com os aldeídos que possuem duplas ligações conjugadas, em particular com o *trans,trans*-2,4-decadienal resultante da degradação do ácido linoleico (29) e foi realizado de acordo com o método Cd 18-90 da AOCS (7) sendo o resultado calculado conforme a equação: $IpA = (V \times (1,2 \times Abs2 - Abs1))/m$, onde, IpA é o índice de p-anisidina, V é o volume de iso-octano em mL, Abs2, a absorbância inicial, Abs1, a absorbância final, e m, a massa em gramas.

Valor de oxidação total (Totox)

O valor de oxidação total (VT) corresponde ao teor total de compostos produzidos pela oxidação dos óleos e foi obtido pela equação matemática que combina os resultados dos índices de peróxidos e p-anisidina. Foi realizado com base na equação: $VT = 2 IP + IA$, onde, IP o valor de índice de peróxidos e IA, o índice de p-anisidina (30)

Ganho de massa

Para a análise de ganho de massa, foram pesados em placas de Petri 2,0 g de cada amostra de óleo e colocados em estufa a 60 °C. A taxa de oxidação, em termos de ganho de massa, foi medida a cada 24 horas num intervalo de 22 dias. O índice de estabilidade é definido como o tempo requerido para um aumento de massa de 0,5% (11)

Análise estatística

O trabalho foi realizado em esquema fatorial no delineamento inteiramente casualizado (31), cujos resultados obtidos das determinações analíticas, em triplicata, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey a 5%, obtidos através do programa STATISTICA, versão 2.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de dienos conjugados (Tabela 1), houve aumento gradual e progressivo na formação desses compostos primários ao longo do tempo para os tratamentos, exceto para o tratamento TBHQ₂₀₀ que não apresentou aumento significativo entre os tempos 0 e 7 dias. Aos 21 dias, o EL200 apresentou maior teor de dienos conjugados, não diferindo significativamente do OG. Os tratamentos ES200 e EL100 + ES100 também não apresentaram diferença significativa em relação ao OG, demonstrando que os extratos aplicados não inibiram a formação de dienos conjugados ao longo do período de estocagem estudado. Observa-se resultados satisfatórios para os tratamentos contendo a mistura de antioxidantes, comparando-os com o OG, demonstrando sinergismo entre eles.

Tabela 1 - Médias dos índices de dienos conjugados, peróxidos, *p*-anisidina e Totox para a interação tratamentos x tempos dos óleos submetidos a estocagem em estufa a 60°C.

Tratamentos	Tempo de estocagem (dias)			
	0	7	14	21
Dienos conjugados (%)				
OG	0,21 ± 0,01 ^{dA}	0,78 ± 0,03 ^{cA}	1,56 ± 0,00 ^{bA}	1,80 ± 0,04 ^{aAB}
TBHQ200	0,21 ± 0,00 ^{bA}	0,23 ± 0,00 ^{bD}	0,29 ± 0,02 ^{aC}	0,29 ± 0,01 ^{aC}
EL200	0,21 ± 0,01 ^{dA}	0,59 ± 0,00 ^{cB}	1,25 ± 0,00 ^{bB}	1,97 ± 0,11 ^{aA}
TBHQ100+EL100	0,22 ± 0,01 ^{cA}	0,25 ± 0,03 ^{bcD}	0,31 ± 0,00 ^{abC}	0,35 ± 0,01 ^{aC}
ES200	0,22 ± 0,01 ^{cA}	0,49 ± 0,01 ^{cC}	1,26 ± 0,00 ^{bB}	1,70 ± 0,11 ^{aB}
TBHQ100+ES100	0,20 ± 0,02 ^{cA}	0,25 ± 0,00 ^{bcD}	0,31 ± 0,00 ^{abC}	0,39 ± 0,04 ^{aC}
EL100+ES100	0,21 ± 0,02 ^{dA}	0,54 ± 0,03 ^{cBC}	1,27 ± 0,00 ^{bB}	1,93 ± 0,02 ^{aAB}
Peróxidos (meq/kg)				
OG	2,00 ± 0,01 ^{dB}	53,38 ± 1,18 ^{cA}	129,58 ± 0,00 ^{bA}	182,6 ± 0,10 ^{aB}
TBHQ200	2,40 ± 0,15 ^{dC}	7,29 ± 0,02 ^{cBD}	10,29 ± 0,09 ^{bC}	20,31 ± 0,81 ^{aE}
EL200	2,91 ± 0,09 ^{dA}	47,04 ± 0,91 ^{cB}	109,68 ± 5,10 ^{bB}	198,86 ± 1,01 ^{aA}
TBHQ100+EL100	3,16 ± 0,31 ^{cA}	5,90 ± 0,30 ^{cD}	14,00 ± 1,69 ^{bC}	18,56 ± 0,70 ^{aE}
ES200	3,26 ± 0,21 ^{dA}	40,97 ± 0,30 ^{cC}	111,76 ± 2,51 ^{bB}	160,61 ± 4,11 ^{aD}
TBHQ100+ES100	2,81 ± 0,31 ^{dA}	6,01 ± 0,21 ^{cD}	13,37 ± 0,20 ^{bC}	19,62 ± 0,81 ^{aE}
EL100+ES100	3,29 ± 0,12 ^{dA}	44,33 ± 1,32 ^{cBC}	116,25 ± 0,29 ^{bB}	171,61 ± 2,00 ^{aC}
<i>p</i>-anisidina				
OG	13,40 ± 0,94 ^{bcA}	11,42 ± 0,92 ^{cAB}	15,35 ± 0,31 ^{bAC}	18,79 ± 0,19 ^{aA}
TBHQ200	11,37 ± 1,33 ^{aA}	10,15 ± 0,84 ^{aB}	13,06 ± 0,28 ^{aBC}	12,11 ± 0,07 ^{aC}
EL200	13,77 ± 1,11 ^{bA}	13,56 ± 0,33 ^{bA}	15,63 ± 0,46 ^{abAC}	16,74 ± 0,34 ^{aAB}
TBHQ100+EL100	14,01 ± 1,08 ^{aA}	9,58 ± 1,01 ^{bB}	13,27 ± 0,48 ^{aABC}	11,09 ± 0,41 ^{abC}
ES200	14,41 ± 0,38 ^{aA}	13,70 ± 0,87 ^{aA}	15,71 ± 0,12 ^{aA}	15,12 ± 0,87 ^{aB}
TBHQ100+ES100	14,03 ± 0,19 ^{aA}	11,99 ± 0,29 ^{bAB}	11,12 ± 0,91 ^{bB}	11,37 ± 0,08 ^{bC}
EL100+ES100	14,14 ± 0,89 ^{aA}	12,66 ± 0,90 ^{aAB}	15,71 ± 1,27 ^{aA}	15,35 ± 1,16 ^{aB}
Totox				
OG	17,39 ± 0,91 ^{dAB}	118,18 ± 2,42 ^{cA}	274,52 ± 0,31 ^{bA}	384,00 ± 0,19 ^{aB}
TBHQ200	16,18 ± 1,76 ^{dB}	24,73 ± 0,89 ^{cD}	33,69 ± 0,49 ^{bC}	52,73 ± 1,58 ^{aE}
EL200	19,59 ± 0,87 ^{dAB}	107,64 ± 2,14 ^{cB}	234,98 ± 9,82 ^{bB}	414,46 ± 2,31 ^{aA}
TBHQ100+EL100	20,34 ± 1,66 ^{bAB}	21,39 ± 1,57 ^{bD}	39,73 ± 3,45 ^{aC}	48,21 ± 0,96 ^{aE}
ES200	20,92 ± 0,06 ^{dA}	95,64 ± 1,54 ^{cC}	239,23 ± 5,13 ^{bB}	336,34 ± 7,35 ^{aD}
TBHQ100+ES100	19,64 ± 0,77 ^{dAB}	24,01 ± 0,62 ^{cD}	37,71 ± 0,67 ^{bC}	50,60 ± 1,53 ^{aE}
EL100+ES100	20,71 ± 0,55 ^{dA}	101,32 ± 2,82 ^{cBC}	248,21 ± 1,84 ^{bB}	358,57 ± 2,84 ^{aC}

Médias \pm desvios padrões das determinações seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de *Tukey* ($p > 0,05$).

Observa-se na Figura 1 que houve um aumento repentino da massa seguido de declínio nos tratamentos durante a estocagem. A elevação da massa ocorre dentre os primeiros estágios do processo oxidativo de óleos e gorduras devido à combinação de ácidos graxos com os hidroperóxidos formados (38). O declínio pode ser explicado pelo fato de que os produtos primários da oxidação formados durante o período de estocagem acelerada podem ser degradados em compostos de baixa massa molecular, inclusive substâncias voláteis.

Os tempos requeridos para alcançar 0,5% do aumento de massa para os tratamentos realizados com óleo de girassol foram de 8 dias para o EL₂₀₀, 9 dias para o OG, ES₂₀₀ e EL₁₀₀+ES₁₀₀, 12 dias para ES₁₀₀+TBHQ₁₀₀, 14 dias para EL₁₀₀+TBHQ₁₀₀ e 16 dias para TBHQ₁₀₀.

O OG manteve-se estável até o 8º dia, seguido de aumento até o 10º dia, assumindo o máximo de 3,8% de aumento de massa, com posterior decréscimo. Os tratamentos EL₂₀₀, ES₂₀₀ e EL₁₀₀+ES₁₀₀, apresentaram comportamento similar ao OG, assumindo maiores ganhos de massa em 10 dias de estocagem, com 3,1%, 2,3% e 2,8%, respectivamente.

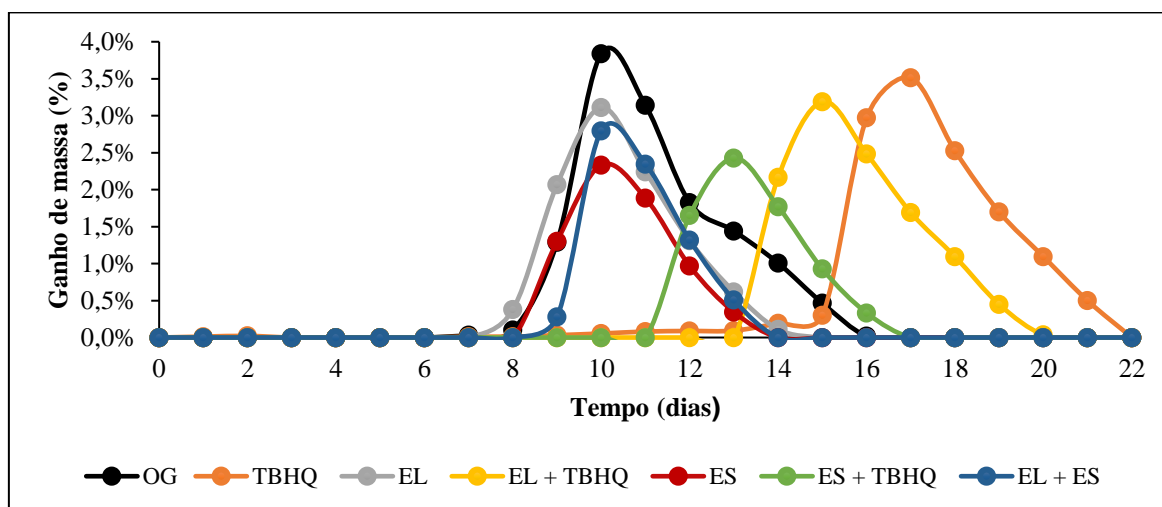


Figura 8 - Ganho de massa dos tratamentos submetidos à estocagem acelerada.

Iqbal e Bhanger (11) relataram que para um aumento de 0,5% no peso de óleo de girassol adicionado de extratos de alho sob estocagem em estufa a 65 °C, foram necessários 4,05 e 5,0 dias nas concentrações de 250 e 500 mg/kg de extrato, respectivamente. Quando comparado ao antioxidante sintético BHT (200 mg/kg), o tempo foi de 7,14 dias.

O tratamento TBHQ₂₀₀, foi o mais eficiente em relação à porcentagem de massa adquirida, atingindo um máximo de 3,5% de ganho de massa em 17 dias de estocagem, na sequência, os tratamentos EL₁₀₀+TBHQ₁₀₀ e ES₁₀₀+TBHQ₁₀₀, adquiriram ganhos de massa de 3,2% e 2,4%, em 15 e 13 dias, respectivamente.

CONCLUSÕES

Observou-se aumento dos compostos primários da oxidação nos tratamentos ao longo da estocagem em estufa, sendo que aqueles contendo TBHQ, isoladamente ou combinado com os extratos de louro, foram os que apresentaram menores valores quando comparados com o óleo de girassol. Em relação aos compostos secundários, com 21 dias de estocagem notou-se menor índice de *p*-anisidina nos tratamentos contendo antioxidante TBHQ. Os tratamentos contendo apenas extratos naturais apresentaram menores valores de oxidação total que o OG até 14 dias de estocagem. Aos 21 dias, os tratamentos com TBHQ demonstraram maior estabilidade.

O tratamento TBHQ₂₀₀ foi o mais eficiente em relação à porcentagem de massa adquirida, seguidos dos tratamentos EL₁₀₀+TBHQ₁₀₀ e ES₁₀₀+TBHQ₁₀₀.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas de mestrado e produtividade em pesquisa, respectivamente.

REFERÊNCIAS

1. Araújo JMA. Química de Alimentos: teoria e prática. 3. ed. Viçosa: UFV; 2006.
2. Chaiyasit W, Elias RJ, Julian DM, Decker EA. Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. Food Sci Nutr. 2007;47(3):299-317.
3. Baron LF, Pazinato R, Baron, CP. Oxidação de lipídeos e as implicações na nutrição e saúde de animais de produção. Cader Ciênc Tecnol. 2020;31(1):1-9.
4. Conforti F, Statti G, Uzunov D, Menichini F. Comparative chemical composition and antioxidant activities of wild and cultivated *Laurus nobilis* L. leaves and *Foeniculum vulgare* sbsp. *Piperium* (Ucria) Coutinho seeds. J Pharm Soc Jpn. 2006;29(10):2056-64.
5. Dergal SB. Química de los alimentos. 4. ed. México: Pearson Educación; 2006.
6. Fennema OR, Damodaran S, Parkin KL. Química de Alimentos de Fennema. 4. ed. Porto Alegre: Artmed; 2010.
7. Hamilton RJ. Developments in oils and fats. New York: Springer; 1995.
8. AOCS. American Oil Chemists Society Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. 6. ed. Champaign: AOCS, 2009.
9. Dijkstra AJ. Vegetable oils: composition and analysis. In: Smithers G. (Ed). Reference module in food science. Amsterdam: Elsevier; 2016.

10. Pinheiro AA. Avaliação da qualidade físico-química de óleos compostos por soja, girassol médio oleico e coco sob elevadas temperaturas [dissertação]. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2019.
11. Ramalho VC, Jorge N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Quím Nova*. 2006;29(4):755-760.
12. Iqbal S, Bhangar MI. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chem*. 2007;100(1):246-54.
13. Choe E, Min DB. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Sci Saf*. 2006;5(4):169-86.
14. Bailey AE. *Bailey’s industrial oil and fat products*. 5. ed. New York: John Wiley; 1996.
15. Freire PCM, Mancini-Filho J, Ferreira TAPC. Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. *Rev Nutr*. 2013;26(3):353-68.
16. Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. Water. In: *Food Chemistry*. 4. ed. Hamburgo: Springer; 2009.
17. Gülçin I. Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Arch Toxicol*. 2012;86(3):345-91.
18. Ministério da Saúde (BR). Resolução RDC nº 23, de 15 de fevereiro de 2005. Aprova “Regulamento Técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos óleos e gorduras - subcategoria creme vegetal e margarinas”. *Diário Oficial da União*. 16 fev 2005.
19. Pereira DC. Efeito antioxidante de extrato de pimenta em óleo de soja sob diferentes condições de estocagem [dissertação]. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2013.
20. Ueda KM. Extração de compostos fenólicos provenientes de folhas de uvaia (*Eugenia pyriformis Cabess.*) empregando solventes eutéticos profundos (DES). [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2020.
21. Møller JKS, Madsen HL, Aaltonen T, Skibsted LH. Dittany (*Origanum dictamnus*) as a source of water-extractable antioxidants. *Food Chem*. 1998;64(2):215-19.
22. Albayrak S, Aksoy A, Sagdic O. Antioxidant and antimicrobial activities of different extracts of some medicinal herbs consumed as tea and spices in Turkey. *J Food Biochem*. 2012;36:547-54.

23. Ballen SC, Rigo D, Paliga M, Puton B, Cansian RL, Paroul N. Determinação do potencial antioxidante (DPPH) e antimicrobiano de extratos vegetais e óleo essencial de louro (*Laurus nobilis*). *Perspectiva*. 2019;43(163):61-70.
24. Duarte MR, Oliveira GC. Macro and microscopic characters of the bay leaf (*Laurus nobilis* L., Lauraceae). *Visão Acad*. 2006;7(1):1-11.
25. Dobroslavic E, Garofulic I, Zoric Z, Pedisic S, Dragovic-Uzelac V. Polyphenolic characterization and antioxidant capacity of *Laurus nobilis* L. leaf extracts obtained by green and conventional extraction techniques. *Processes*. 2021;9(10):1-18.
26. Silva JS, Zilly A, Silva RMM, Librelotto CS, Ferreira H. Avaliação da atividade antibacteriana do óleo de girassol: Respaldo para a enfermagem. *Res Soc Dev*. 2021;10(9):1-6.
27. Zheljzakov VD, Vick BA, Baldwin BS, Buehring N, Coker C. Oil productivity and composition of sunflower as a function of hybrid and planting date. *Ind Crops Prod*. 2010;33(2):537-43.
28. Masuchi MH, Celeghini RMS, Gonçalves LAG, Grimaldi R. Quantificação de TBHQ (*terc*-butil-hidroquinina) e avaliação da estabilidade oxidativa em óleos de girassol comerciais. *Quim Nova*. 2008;31(5):1053-57.
29. Castro VR, Furtado MCS, Bermúdez VMS, Silva EF, Nascimento VLV. Avaliação da qualidade oleoquímica das sementes de gergelim (*Sesamum indicum*) e girassol (*Helianthus annuus*). *Res Soc Dev*. 2021;10(7):1-10.
30. Silva FAM, Borges MFM, Ferreira MA. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Quím Nova*. 1999;22(1):94-103.
31. Shahidi F. *Bailey's industrial oil & fats products*. 6. ed. New York: John Wiley & Sons; 2005.
32. Banzatto DA, Kronka SN. *Experimentação agrícola*. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP; 2006.
33. Angelo PM, Jorge N. Avaliação do óleo de girassol adicionado de antioxidantes sob estocagem. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2008;28(2):498-502.
34. Ministério da Saúde (BR). Instrução Normativa nº 87, de 15 de março de 2021. Estabelece a lista de espécies vegetais autorizadas, as designações, a composição de ácidos graxos e os valores máximos de acidez e de índice de peróxidos para óleos e gorduras vegetais. Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 16 mar 2021.
35. Codex Alimentarium Commission. *Codex Stan 210-1999: codex standard for named vegetable oils*. Rome, 2009.

36. Berset C, Cuvelier ME. Methods of estimating the degree of lipid oxidation and of measuring antioxidizing power. *Sci Aliments*. 1996;16(3):219-45.
37. Frankel EN. Methods to determine extent of oxidation. *In: Lipid Oxidation*. Cambridge: Woodhead Publishing; 2012.
38. Matthäus B, Haase UN, Unbehend G. Chemical and sensory characteristics of products fried in high-oleic, low-linolenic rapeseed oil. *J Am Oil Chem Soc*. 2009;86(8):799-808.
39. Santos RD. Compostos fenólicos de ervas Lamiaceae na estabilidade oxidativa da manteiga e avaliação da toxicidade de extrato de alecrim (*Rosemarinus officinalis L.*) [tese]. Londrina: Universidade Estadual de Londrina; 2009.

Capítulo 4

AVALIAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA DE BARRAS DE CEREAIS ELABORADAS COM FARINHA DO TEGUMENTO E DA AMÊNDOA DA MANGA VARIEDADE “ESPADA”

Patrícia Maria de Araújo Gomes *

**Docente do Departamento Agroecologia e Agropecuária/CCAA/Campus II/UEPB
patriciagomes@servidor.uepb.edu.br*

Resumo: A manga (*Mangifera indica* L.) é um fruto com boa aceitação no mercado devido ao sabor e textura agradáveis, no entanto muito deste fruto se perde como resíduos agroindustriais, como a casca e sementes, podendo funcionar como base de incremento de produtos alimentícios ou para o desenvolvimento de novos produtos, além de minimizar os impactos ambientais causados pelos descartes deste resíduo em locais inadequados. O objetivo deste trabalho foi determinar a textura instrumental e o teste de cisalhamento das barras de cereais adicionadas da farinha do tegumento e da amêndoa da manga variedade “espada”, os atributos estudados foram: dureza, elasticidade, mastigabilidade, coesividade e o teste de cisalhamento. Foram desenvolvidas três tipos de barras de cereais, sendo: uma com adição de 50% da farinha do tegumento, uma com adição de 50% da farinha da amêndoa da manga variedade “espada” e uma barra padrão (formulação base). Determinou-se a textura instrumental e o teste de cisalhamento das barras de cereais. Os resultados indicaram que os atributos de textura das barras, foram influenciadas pela adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga da variedade “espada”, havendo uma diminuição da dureza e mastigabilidade enquanto que a elasticidade e coesividade se mantiveram estáveis, em relação ao teste de cisalhamento pode-se afirmar que ao adicionar a farinha do tegumento nas barras à força de cisalhamento diminuiu enquanto que a adição da farinha da amêndoa a força de cisalhamento aumentou.

Palavras-chave: barras de cereais; *Mangifera indica* L.; resíduo agroindustrial; textura instrumental

INTRODUÇÃO

Avaliando a potencialidade dos resíduos agroindustriais, muitas pesquisas vem sendo desenvolvidas, estimulando o interesse da própria indústria alimentícia em reaproveitar os resíduos oriundos da linha convencional de seus produtos, na elaboração de novos produtos alimentícios mais funcionais e nutritivos (1).

A manga (*Mangifera indica* L.) é um fruto muito apreciado, com boa aceitação no mercado devido ao sabor e textura agradáveis, sendo utilizadas em grande variedade de alimentos e produtos. No entanto a industrialização do fruto gera grandes quantidades de resíduos, constituídos principalmente de sementes e cascas, os quais são descartados de forma inadequada, provocando impactos no meio ambiente, requisitando o desenvolvimento de alternativas que utilizem este resíduo e que agreguem valor aos produtos obtidos.

As barras de cereais são definidas por (2) como alimento nutritivo composto por vários ingredientes, que incluem cereais, frutas, nozes e açúcar. Segundo (1) identifica-se nas barras de cereais a possibilidade do reaproveitamento dos resíduos agroindustriais, devido à flexibilidade quanto à formulação das mesmas, o que possibilita o uso de diversos tipos de resíduos de diferentes frutas, podendo elaborar diferentes barras de cereais com sabores e propriedades nutricionais diferenciados.

Tem sido constantemente investigada a viabilidade de utilização de subprodutos e resíduos de agroindústrias na elaboração de barras de cereais, a exemplos de (3) que desenvolveram uma barra de cereais com alto teor proteico, utilizando como fonte de proteína o cactáceo *Pereskia*, espécie aculeata, e com o aproveitamento de resíduo agroindustrial, a casca do abacaxi, para a produção do xarope ligante e (4), que elaboraram a farinha da casca de batata-doce (*Ipomea batatas* L.) variedade roxa e utilizaram na produção de barras de cereais.

A utilização da farinha do tegumento e da amêndoa da manga, como ingrediente na elaboração de barras de cereais é uma alternativa que tem se mostrado viável, para o aproveitamento deste resíduo ainda pouco explorado contribuindo para a agregação na qualidade tecnológica e nutricional ao produto elaborado e uma forma de minimizar os impactos ambientais causados pelos descartes do mesmo no meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi determinar a textura instrumental das barras de cereais adicionadas de da farinha do tegumento e da amêndoa de manga da variedade ‘espada’, os atributos estudados foram: dureza, elasticidade, mastigabilidade, coesividade e o teste de cisalhamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

Os frutos de manga variedade “espada” foram adquiridos na EMPASA (Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas) do município de Campina Grande, PB. Os demais ingredientes para a formulação da barra de cereais (farelo de aveia, farelo de trigo e flocos de arroz), aglutinantes (xarope de glicose) foram adquiridos em supermercados locais e o mel foi oriundo de apiários localizados no alto sertão paraibano.

Processamento do tegumento e da amêndoa da manga

Foram previamente selecionados frutos maduros em função da consistência da polpa e coloração da casca; posteriormente os frutos foram lavados em água corrente para retirada de sujidades, em seguida sanitizados com água clorada, por 15 minutos e lavados com água potável. Na sequência, os frutos foram despolpados manualmente, e a partir do resíduo gerado por este processamento foram obtidas as sementes, as quais foram cortadas para a retirada do tegumento e da amêndoa, utilizando utensílios de aço inox.

Processamento das farinhas do tegumento e da amêndoa da manga variedade 'Espada'

A secagem, para fins de produzir farinha, dos tegumentos e das amêndoas de manga das variedades 'Espada' foram realizados no secador convectivo de leito fixo na temperatura de 60 °C e velocidade do ar de secagem 1,5 m/s, fazendo-se o acompanhamento da perda de massa pesando-se o conjunto (amostra + cesta) em balança digital com precisão de $\pm 0,01$ g até atingir peso constante. Após a secagem, os tegumentos e as amêndoas das mangas foram triturados em um moinho de facas para obtenção da farinha. O acondicionamento das farinhas do tegumento e da farinha da amêndoa de manga das duas variedades foi realizado em sacos de polietileno e as amostras armazenadas em recipiente de vidro hermético contendo sílica gel e revestido com papel alumínio, para redução da incidência de luz, e com filme de PVC, para reduzir a absorção de umidade. As farinhas foram denominadas da seguinte forma: FTE - Farinha do tegumento da manga variedade 'Espada' e FAE - Farinha da amêndoa da manga variedade 'Espada'.

Formulação das barras de cereais

Foram realizados testes preliminares para definir o percentual de incorporação das farinhas, a fim de obter um produto com características sensoriais aceitáveis.

Para a elaboração das barras de cereais utilizou-se uma formulação base (Tabela 1), utilizando 50% de ingredientes secos e 50 % ingredientes aglutinantes com farelo de aveia, flocos de arroz, xarope de glicose e mel, descrito por (5) com a seguinte modificação: adição de farelo de trigo, além das farinhas do tegumento e das amêndoas da manga.

Tabela 1. Ingredientes da Formulação base da barra de cereais

Ingredientes secos (g/100g)	Ingredientes aglutinantes (g/100g)
Farelo de aveia 30	Xarope de glicose 25
Farelo de trigo 10	Mel 25
Flocos de arroz 10	

As incorporações da farinha do tegumento da manga e da farinha da amêndoa da manga foram feitas na proporção de 50% de farinha do tegumento e 50% de farinha de

amêndoa variedade “espada” respectivamente, substituindo o farelo de trigo da formulação base.

Elaboração das barras de cereais

Primeiramente todos os ingredientes foram pesados, em seguida foram homogeneizados separadamente os ingredientes secos e os ingredientes aglutinantes. Estes últimos foram concentrados em temperatura de aproximadamente de 95 °C por 2 minutos, em seguida foram misturados aos ingredientes secos. Após esta etapa, a mistura foi colocada em máquina de confeccionar barra de cereal por cerca de 10 min. Em seguida resfriada e com o auxílio de uma espátula, as barras de cereais foram removidas e acondicionadas em embalagens laminadas e depositadas em lugar seco e arejado a temperatura ambiente, de acordo com as etapas apresentadas no fluxograma da figura 1.

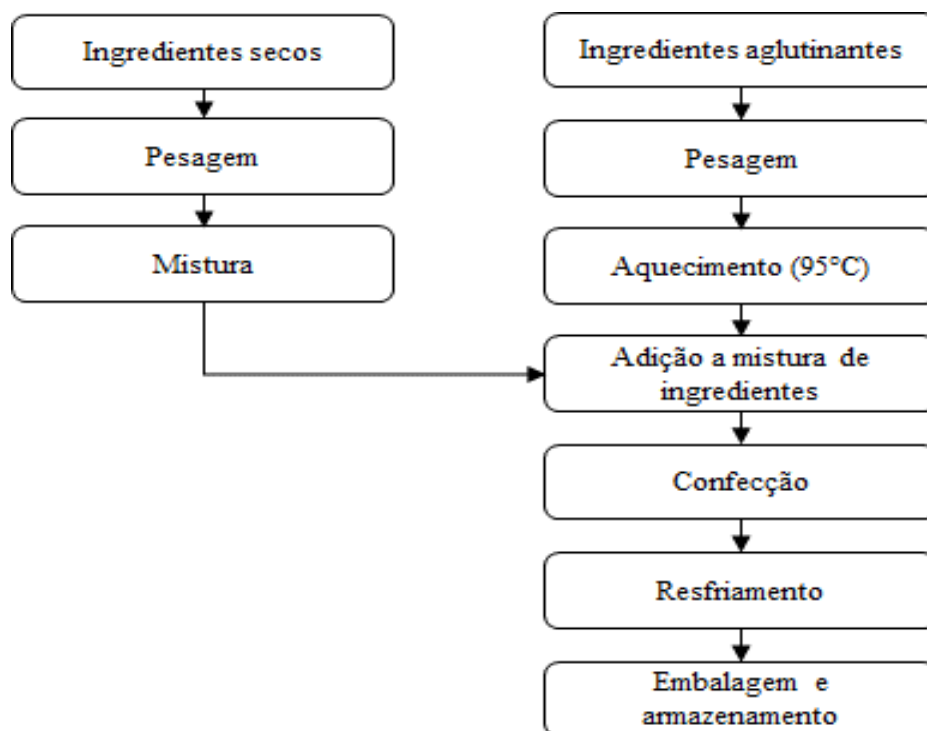


Figura 1. - Fluxograma das etapas do processamento das barras de cereais

As barras elaboradas foram denominadas da seguinte forma: BTE - incorporação de 50% de farinha do tegumento da manga variedade ‘Espada’, BAE - incorporação de 50% de farinha da amêndoa da manga variedade ‘Espada’ e BPP - sem adição da farinha de manga (padrão).

Determinação da Textura Instrumental das barras de cereais

Analise do Perfil de Textura (TPA) das barras de cereais

As barras foram submetidas à análise do Perfil Textura (TPA) em texturômetro TATX plus – STABLE MICRO SYSTEMS nas seguintes condições: velocidade de pré-teste 2,0 mm/s,

velocidade de teste 5,00 mm/s, velocidade pós-teste 5,0 mm/s e distância de retorno 40 mm, com o probe P/36R. Os atributos estudados foram: dureza, elasticidade, mastigabilidade e coesividade. Cada amostra foi analisada separadamente em triplicata.

Teste de cisalhamento das barras de cereais

O teste de cisalhamento foi executado em texturômetro TATX plus – STABLE MICRO SYSTEMS nas seguintes condições: velocidade de pré-teste 10,0 mm/s, e distância de retorno 40 mm, com o probe HDP/BSW para os testes de cisalhamento. Cada amostra foi analisada separadamente em triplicata.

Análise estatística

A análise estatística dos resultados das análises das barras de cereais foi realizada por meio de comparação de médias utilizando o *software* ASSISTAT versão 7.7 (6)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2. estão expressos os resultados médios das análises do perfil de textura das barras de cereais elaboradas.

Tabela 2 - Parâmetros de análise de barras de cereais do Perfil de Textura (TPA)

Atributos Avaliados	Barras de cereais elaboradas		
	BTE	BAE	BPP
Dureza (N)	169,979b	171,438b	226,852a
Elasticidade	0,989a	0,999a	0,999a
Mastigabilidade	34,675b	37,960b	50,613a
Coesividade	0,206a	0,221a	0,223a

BTE - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Espada; BAE - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Espada; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga; Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$).

Para o parâmetro dureza (Tabela 1.) as amostras (BTE e BAE) não diferiram estatisticamente entre si, enquanto que a barra BPP diferiu significativamente das demais barras elaboradas, demonstrando que a adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa variedade “espada diminui consideravelmente a dureza das barras, (7) avaliou a dureza das barra de cereais com ingredientes prebióticos e probiótico, as barras apresentaram valores bastante divergentes entre todos os tratamentos, variando entre 11,19 (agente ligante colágeno) até (55,81) agente ligante goma guar valores inferiores aos encontrados neste estudo.

A elasticidade é a taxa na qual um material deformado volta à sua condição inicial, após a força de deformação ser removida. É a medida que o alimento atinge entre o final

do primeiro ciclo de compressão e o segundo ciclo de compressão (8). As amostras analisadas não diferiram estatisticamente entre si, resultado semelhante foi verificado por (9) para as barras de cereais elaboradas com a utilização de subprodutos das frutas de abacaxi e caju.

A mastigabilidade é a energia requerida para desintegrar um alimento a um estado pronto para ser engolido, as amostras BTE e BAE não diferiram estatisticamente entre si, no entanto essas barras diferiram estatisticamente da BPP, a qual apresentou um maior valor no quesito mastigabilidade, demonstrando que esta barra necessita de uma maior força para ser mastigada até o ponto de ser engolida, demonstrando que a adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa variedade “espada” diminuiu consideravelmente a mastigabilidade das barras. (10) elaborou barras alimentícias de sabor salgado com diferentes agentes ligantes resultados da mastigabilidade variaram de 1,87 e 12,55 nas formulações elaboradas, resultados inferiores aos determinados neste estudo.

A coesividade é a medida de extensão em que um material pode ser deformado antes de se romper, ou seja, é a força das ligações internas que dão corpo ao produto. A coesividade apresentou valores que variaram de 0,206 a 0,223 para todas as barras analisadas, não se observando diferenças significativas entre si, resultado semelhante também foi verificado por Damasceno (11).

Tabela 3. Média dos valores de força máxima de corte aplicada às amostras de barra de cereal.

Atributo Avaliado	Barras de cereais elaboradas		
	BTE	BAE	BPP
Força Máxima (N)	7,825bc	16,058a	10,196b

BTE: Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga “espada”; BAE: Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga “espada”; BPP: Barra padrão sem adição de farinha de manga. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$).

As barras de cereais elaboradas apresentaram valores bastante divergentes (Tabela 3) entre todos os tratamentos quanto a força máxima de corte variando entre 7,825 (BTE) até 16,058 (BAE). Tomando-se como referência o valor da força de cisalhamento da barra BPP (Padrão) pode-se afirmar que ao adicionar a farinha do tegumento da variedade “espada” nas barras à força de cisalhamento diminuiu enquanto que a adição da farinha da amêndoa da variedade “espada” a força de cisalhamento aumentou. Estudo conduzido por (12) analisaram, por meio de um texturômetro, uma barra de cereal produzida com grãos de quinoa e outra com farinha de quinoa para determinar a força máxima de corte. Os resultados demonstraram que a barra produzida com farinha apresenta um valor de força máxima maior que aquela produzida com os grãos. Valores encontrados por (13) foi de 53,35 N e 31,52 N para barras de cereais formuladas a partir multicomponentes sabor açaí e cupuaçu respectivamente, resultados superiores ao encontrados neste estudo.

CONCLUSÕES

Os resultados indicaram que os atributos de textura das barras, foram influenciadas pela adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga da variedade “espada”, havendo uma diminuição da dureza e mastigabilidade enquanto que

a elasticidade e coesividade se mantiveram estáveis, em relação ao teste de cisalhamento pode-se afirmar que ao adicionar a farinha do tegumento nas barras à força de cisalhamento diminuiu enquanto que a adição da farinha da amêndoa a força de cisalhamento aumentou.

REFERÊNCIAS

- 01- MUNIZ, C.E.S.; Elaboração de barras de cereais utilizando resíduos agroindustriais de goiaba e caju enriquecidos proteicamente por via microbiana. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB; 2017.
- 02- LOBATO, L. P.; PEREIRA, A. E. I. C.; LAZARETTI, M. M.; BARBOSA, D, S.; CARREIRA, C. M.; MANDARINO, J. M. G. M.; GROSSMANN, M. V. E. Snack bars with high soy protein and isoflavone content for use in diets to control dyslipidemia. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 49–58, 2012.
- 03- FAIOM, A.; SAVOLDI, A.L.L; MATTIELLO, E.R.; Elaboração de barra de cereal a partir de farinha de ora-pronóbis e resíduo agroindustrial de abacaxi. E-Tech: **Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 14 n. 1, 2021.
- 04- GOMES, P.M.A.; PRIMO, D.M.B.; BARBOSA, A.A.; Elaboração da farinha da casca de batata doce e utilização na produção de barras de cereais. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**. v.11, n.2, p. 931-935, 2021.
- 05- TORRES, E. R. Desenvolvimento de barras de cereais formuladas com ingredientes regionais. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Tiradentes. Aracaju-SE; 2009.
- 06- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance**. In: World Congress On Computers In Agriculture, 7, Reno-NV- USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- 07- TRAMUJAS, J. M. Utilização de diferentes agentes ligantes no desenvolvimento de barra de cereal salgada adicionada de chia (*Salvia hispânica* L.). **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina –PR; 2015.
- 08- SZCZESNIAK, A.S. “Texture is a sensory property”. **Food Quality and Preference**, 13 (4), 215-225, 2002.
- 09- FARIAS, J.Q; SOUSA S DE; TOMÉ, A.E.S; SOUSA, C.F.; MARIO EDUARDO RANGEL MOREIRA CAVALCANTI MATA, M.E.R.M.;

- ALMEIDA, R.D., Perfil de textura de barra de cereal mista com aproveitamento de subproduto de suco de frutas. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, V.8, n.3, 38-42, 2018.
- 10- HADDAD, F.F. Barras alimentícias de sabor salgado com diferentes agentes ligantes: aspectos tecnológicos, sensorial e nutricional. **Dissertação** (Mestrado em Ciência do Alimento). Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG; 2013.
- 11- DAMASCENO, I. A. M. Desenvolvimento de barra de cereal enriquecida com biomassa de *Arthospira platensis* – **Dissertação** (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) Fundação Universidade Federal do Tocantins Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Palmas – TO; 2016.
- 12- SILVA, F.D.; PANTE, C.F.; PRUDÊNCIO, S.H; RIBEIRO, A.B. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. **Alim. Nutr.**, Araraquara v. 22, n. 1, p. 63-69, jan./mar. 2011.
- 13- PRAZERES, I.C. Elaboração de barra multicomponente a base de farinha de tapioca, castanha do brasil e frutas regionais. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Programa de pós graduação em ciência e tecnologia de alimentos. Universidade Federal do Pará. Belém-PA; 2015,

Capítulo 5

ASPECTOS TECNÓLOGICOS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA KOMBUCHA: UMA REVISÃO

Calionara Waleska Barbosa de Melo *; Raquel Coldibelli Ribeiro ; Juliana Martins Braz 

*Calionara Waleska Barbosa de Melo – Email: kalionaramelo@hotmail.com

Resumo: A kombucha é uma bebida fermentada proveniente de uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras denominada SCOBY (do inglês, *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts*) em formato de uma película de celulose. Essa película flutua na superfície do chá em fermentação e representa um ambiente de interfase, onde os microrganismos incorporados obtêm acesso ao oxigênio e aos nutrientes que compõem o chá. A kombucha vem sendo amplamente consumida em função de suas características sensoriais, refrescantes e pelos diversos benefícios que conferem à saúde, quando consumida diariamente. Estudos na literatura a descrevem com uma alta atividade antioxidante, ação antimicrobiana, ação anti-inflamatória, anticancerígena e antidiabética. Esses benefícios são atribuídos principalmente a sua rica composição fitoquímica, composta de polifenóis e os flavonoides que se apresentam na bebida como catequinas, além do alto teor de vitaminas e minerais. Contudo, existe uma grande flutuação em relação as condições utilizadas no processo de elaboração da bebida, resultando assim em variações quanto aos seus parâmetros de composição química e microbiológica. Portanto, essa revisão tem como objetivo compilar e discutir dados reportados na literatura acerca dos aspectos tecnológicos, de composição química e microbiológica do chá de kombucha.

Palavras-chave: Atividade antioxidante, chá fermentado, fermentação, SCOBY.

INTRODUÇÃO

A kombucha é uma bebida milenar, tradicionalmente preparada com chá de *Camellia sinensis* adoçado, através de infusões de chá e fermentado em um filme de celulose polimérica denominado Cultura Simbiótica de Bactérias e Leveduras (SCOBY - *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts*), por cerca de 7 a 14 dias, o que confere as características da bebida, contudo, essas condições de elaboração da kombucha podem apresentar variações e, influenciar em suas características químicas e microbiológicas(1).

O chá de kombucha tornou-se bastante popular no hemisfério ocidental, especificamente nos Estados Unidos, em função de suas inúmeras propriedades biológicas e dos benefícios que conferem à saúde, a citar como exemplo os efeitos terapêuticos e retardo do envelhecimento, que são atribuídos principalmente aos flavonóides, catequinas, taninos e óleos essenciais (2,3).

Dentre as diversas características da kombucha, destacam-se os benefícios antimicrobianos, antioxidantes, antidiabéticos e anticancerígenos, que vêm despertando o interesse do consumidor, além disso a kombucha também vem ganhando destaque em função de suas características sensoriais (2,4). Assim, houve um crescimento significativo no mercado de produção e consumo em escala industrial da kombucha (5).

Este fato desencadeia diversos segmentos de consumo, ressaltando a procura por parte dos consumidores por alimentos mais saudáveis, que trazem como diferencial os seus benefícios à saúde mental, física, cardiovascular e intestinal. Além de seu alto valor nutricional, e composição química complexa rica em compostos antioxidantes, a kombucha também possui funções fisiológicas, bioquímicas e/ou metabólicas, que atuam no organismo para proporcionar saúde, prevenir e/ou retardar doenças, principalmente processos patológicos que levam a doenças crônicas e degenerativas (6).

Nesse contexto, esse estudo tem como objetivo compilar e discutir os dados reportados na literatura acerca dos aspectos tecnológicos, de composição química e microbiológica do chá de kombucha.

COLETA E OBTENÇÃO DE DADOS

Esta revisão bibliográfica sobre os aspectos tecnológicos, químicos, microbiológicos da kombucha utilizou como ferramentas de estudo as bases de dados *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *Google Acadêmico*, com descritores “kombucha”, “characterization”, “composition” e “SCOBY”, com o uso do operador booleano “and”, para busca de artigos científicos e demais documentos de abrangência mundial. Os materiais encontrados na pesquisa foram analisados quanto ao título e ao resumo e, após considerar se as informações corroboravam para o tema, os materiais relevantes foram lidos na íntegra e suas informações transcritas para este artigo.

REVISÃO DA LITERATURA

Conceito Histórico

De origem asiática, a kombucha apresenta um sabor doce fermentado, originalmente produzida a partir do chá verde ou preto. Ao adoçar o chá, é adicionado o

SCOBY, responsável pelo processo fermentativo, na qual, em sua estrutura contém uma associação simbiótica de bactérias e leveduras (7).

A origem da kombucha é incerta, porém acredita-se que a mesma é originária da Manchúria, localizada no norte da China, com os primeiros registros a cerca de 220 a.c., na qual era conhecida como “o chá da imortalidade”, por suas propriedades energizantes e desintoxicantes. Este nome “kombu chá” ou “chá de kombu” surgiu em 414 A.D., na qual o médico Kombu levou a “mãe da kombucha - SCOBY” para o Japão, com o propósito de tratar os problemas digestivos do Imperador Inkyo (8).

Por conta da expansão das rotas comerciais no século XX, a kombucha chegou no Oriente, sendo inserida na Rússia, e durante a Primeira Guerra Mundial foi levada para a Polônia. No decorrer da Segunda Guerra Mundial, esta bebida já era conhecida na Alemanha, Dinamarca, França, Itália e Espanha, porém com o seu grande consumo, houve a escassez de açúcar e folha de chá, impossibilitando o seu preparo (7,8). Na década LX, a popularidade do kombucha aumentou, pois pesquisadores na Suíça ressaltaram que o consumo desta bebida era benéfico igual a consumo de iogurte (8).

Regulamentação

Conforme a Instrução Normativa nº 41, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 17 de novembro de 2019, entende-se como Kombucha a bebida fermentada por meio da respiração aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto adquirido pela infusão ou extrato de *Camellia sinensis* e açúcares por cultura simbiótica de bactérias e leveduras micro biologicamente ativas (47). Assim, de acordo com Anexo 2, é estabelecido os critérios de classificação e denominação da kombucha:

“2.1 KOMBUCHA DE (nome da(s) espécie(s) vegetal(is), se houver, utilizada antes da fermentação associada a *Camellia sinensis*) COM (nome do(s) ingrediente(s) opcional(is), se houver, listados nos itens de 5.2.2 a 5.2.5) COM AROMA DE (nome do aditivo aromatizante natural) GASEIFICADA (se adicionada de gás carbônico), COM ÁLCOOL/ALCOÓLICA (se contiver álcool acima de 0,5 % v/v), obrigatoriamente nesta ordem (47).”

“2.2 A kombucha não alcoólica elaborada somente com os ingredientes obrigatórios, ou seja, isenta de quaisquer ingredientes opcionais, poderá ser designada KOMBUCHA ORIGINAL (47).”

Segundo o Anexo 3, que dispõe dos critérios de Rotulagem estabelecidos pela IN nº 41 de 2019:

“3.1 É obrigatória a declaração da graduação alcoólica na kombucha com álcool painel principal do rótulo, expresso em porcentagem em volume (% v/v), em complementação à expressão “Teor alcoólico:” nas mesmas dimensões da denominação (47).”

“3.2 O painel principal do rótulo da kombucha sem álcool, cujo teor alcoólico seja superior a 0,05 % v/v, deve informar, nas mesmas dimensões da denominação, sobre a presença de álcool nas seguintes formas:

“3.2.1 Utilizar a frase de advertência: “Pode conter álcool em até 0,5 % v/v” (47).

“3.2.2 Declarar seu teor alcoólico máximo no seguinte formato: "Teor alcoólico: (% v/v)", admitindo tolerância de 0,1 % v/v (47).”

“3.3 Na rotulagem da kombucha sem álcool somente poderá ser utilizada a expressão "zero álcool", "zero % álcool", "0,0 %", ou similares, no produto que contiver até 0,05 % v/v de álcool (47).”

Dado o Anexo 4 que dispõe dos parâmetros analíticos de qualidade da kombucha estabelecidos pela IN n° 41 de 2019 (47):

Tabela 1: Parâmetros de identidade e qualidade da kombucha preconizados pela IN n° 41 de 2019.

Parâmetro	Mínimo	Máximo
pH	2,5	4,2
Graduação alcoólica (% v/v) kombucha sem álcool	-	0,5
Graduação alcoólica (% v/v) kombucha com álcool	0,6	8,0
Acidez volátil (mEq/L)	30	130
Pressão (atm a 20°C) na kombucha adicionada de CO ²	1,1	3,9

Fonte: BRASIL (47).

A IN n° 41 de 2019 também estabelece os ingredientes obrigatórios para a composição da kombucha, sendo eles: água potável, folhas ou extrato aquoso de *Camellia Sinensis*, açúcar, SCOBY. E podendo ter ingredientes opcionais como fruta, vegetal, especiarias, mel, melado e outro tipo de açúcar que sejam de origem vegetal, gás carbônico (CO₂), fibras, sais minerais, vitaminas, aditivos alimentares naturais como aromatizantes e corantes e coadjuvantes de tecnologia (47).

Aspectos Tecnológicos

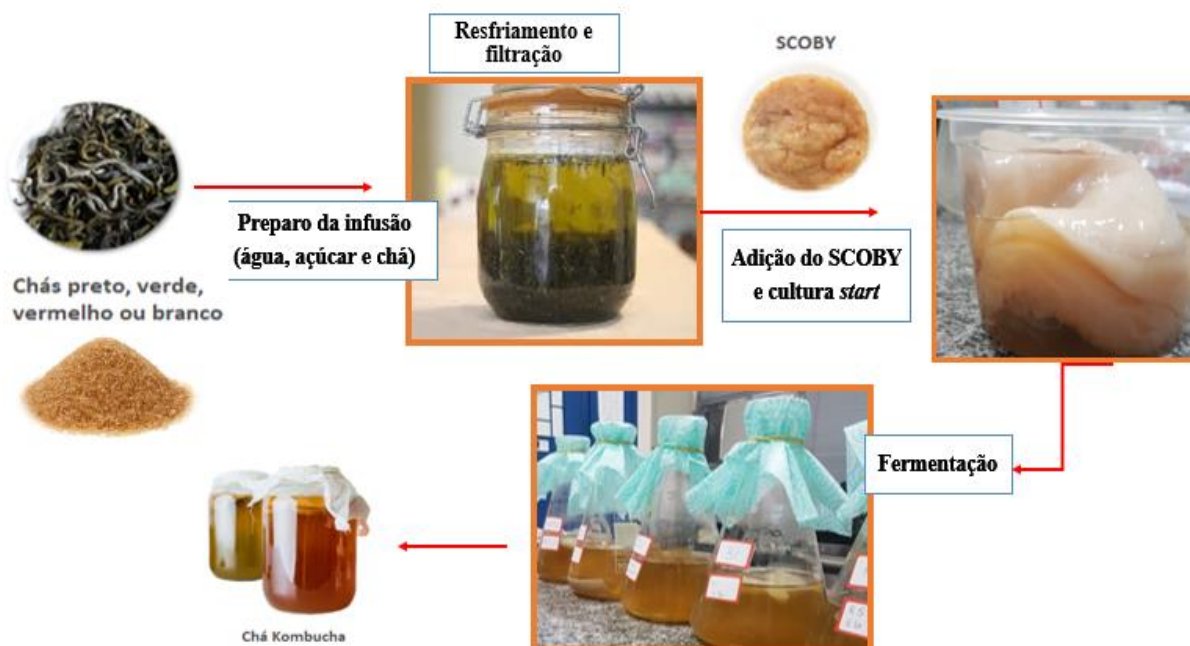
A kombucha pode ser preparada a partir do chá preto, verde, vermelho ou branco, desde que sejam pertencentes ao gênero *Camellia sinensis* e, conforme reportado por Dutta e Paul (5) podem ser utilizados individualmente ou combinados.

De acordo com Laavanya et al. (9) o método comumente utilizado para elaboração da kombucha é a partir da adição de 0,5 % de folhas de chá e 5 % de sacarose que atua como substrato para a fermentação em 1 L de água. No entanto, diferentes quantidades de chá e açúcar podem ser adicionadas para o seu preparo. O tempo de infusão pode variar entre 5 a 10 minutos, e depois ocorre a filtração e resfriamento do chá, seguido pela etapa de inoculação do SCOBY juntamente com adição de 3 a 20 % da cultura *start* previamente preparada com a finalidade de reduzir o pH, o que impedirá o crescimento de microrganismos indesejáveis e também irá acelerar o início do processo de fermentação (Figura 1) (10).

Após a inoculação do SCOBY e da cultura *start*, a mistura é coberta com um pano ou gaze, de forma que seja possível a circulação de ar, favorecendo a fermentação por via respiração aeróbica. Deve ser utilizado um recipiente de vidro com um gargalo largo, de forma que permita fácil acesso e área de superfície suficiente para troca de ar com o ambiente. O tempo de fermentação pode variar de 7 a 35 dias, em temperaturas situando-

se entre 18 a 28 ° C. Durante o processo de fermentação, uma nova camada de biofilme SCOBY se forma na superfície, após 2 a 3 dias e a camada mãe será vista abaixo, a qual poderá ser separada posteriormente. Após a etapa de fermentação, é recomendada outro processo de fermentação da kombucha, com a finalidade de saborizar a bebida, com a finalidade de melhorar a qualidade sensorial e carbonatação (8).

Figura 9: Processo de elaboração da kombucha



Fonte: Próprio autor (2022).

Após a inoculação do SCOBY e da cultura *start*, a mistura é coberta com um pano ou gaze, de forma que seja possível a circulação de ar, favorecendo a fermentação por via respiração aeróbica. Deve ser utilizado um recipiente de vidro com um gargalo largo, de forma que permita fácil acesso e área de superfície suficiente para troca de ar com o ambiente. O tempo de fermentação pode variar de 7 a 35 dias, em temperaturas situando-se entre 18 a 28 ° C. Durante o processo de fermentação, uma nova camada de biofilme SCOBY se forma na superfície, após 2 a 3 dias e a camada mãe será vista abaixo, a qual poderá ser separada posteriormente. Após a etapa de fermentação, é recomendada outro processo de fermentação da kombucha, com a finalidade de saborizar a bebida, com a finalidade de melhorar a qualidade sensorial e carbonatação (11).

No processo de produção artesanal das kombuchas, compostos aromatizados, como frutas, ervas, especiarias e óleos essenciais, normalmente são adicionados ao caldo a kombucha, seguido de armazenamento aeróbico. Os sabores levam de 2 a 5 dias para uma incorporação total da kombucha, dependendo da potência do composto (5,12).

Diferentes variedades e quantidades de substratos são utilizados no processo de elaboração da kombucha, o que resulta em bebidas com variação em sua composição química e aspectos sensoriais, influenciando assim, em sua atividade biológica. Além disso, o tempo de fermentação, a composição da cultura *start* e do SCOBY, também pode

variar de acordo com a origem geográfica, assim como a concentração e o tipo de açúcar que podem afetar as características sensoriais do produto final (1).

Processo Fermentativo

O processo de fermentação da kombucha inicia pela transferência de uma película celulósica em fase sólida para o chá adoçado e permitindo que os microrganismos que ela contém iniciem a fermentação (13).

De acordo com Shenoy et al. (14) a fermentação inicial leva cerca de 7 a 8 dias em temperatura ambiente para ocorrer, o que resulta em uma nova película de SCOBY na parte superior da cultura cultivada a partir de novas camadas que se acumulam umas sobre as outras, podendo atingir uma espessura variando de 8 a 12 mm em até 14 dias, assim, essa película irá se acomodar no recipiente em função do ganho de peso proporcional. A Figura 2A, B e C ilustram as películas finas de SCOBY após cada período de fermentação (14).

Figura 10: Imagens das películas finas de SCOBY após o período de fermentação: A) 1 dia de fermentação, B) 7 dias de fermentação e C) 20 dias de fermentação.



A) Novo crescimento da película de SCOBY vista da superfície

B) Fina película de SCOBY após 7 dias de fermentação: vista cruzada

C) SCOBY mais velho e escuro após 20 dias de fermentação

Fonte: SOARES et al. (10).

As novas películas de SCOBY formados devem ser removidas ao final da fermentação inicial e armazenados em caldo de chá contendo substrato, também denominado “hotel” para a elaboração de novos lotes (14).

Nos processos artesanais, uma vez que não há fermentador automático, deve haver barreiras, como gaze ou papel toalha (seco-estéril), de forma que permitam a passagem do gás necessário para a atividade metabólica da cultura microbiana fermentada, a necessidade de condições aeróbicas parciais deve ser aplicada devido à diversidade de sua população microbiana, na qual predominam bactérias aeróbicas acéticas, e estas

requerem grandes quantidades de oxigênio para seu crescimento e atividade, ao contrário das leveduras (5,12).

A etapa de fermentação também depende do tipo de chá infundido, visto que os compostos do chá podem alterar a predominância de bactérias no chá de kombucha. O chá preto tem mais nitrogênio e purina, em comparação com o chá verde e tem um sabor mais suave. Além disso, os taninos extras presentes no chá verde proporcionam um sabor levemente amargo (15).

SCOBY – Cultura de Microrganismos

O SCOBY consiste em uma ampla gama de populações microbianas e alguns dos microrganismos comumente encontrados pertencem aos gêneros *Gluconobacter*, *Acetobacter*, *Zygosaccharomyces*, *Saccharomyces* e *Schizosaccharomyces* (8). De acordo com Mukadam et al. (16) além deles, vários outros também estão presentes nessa película. Apesar que até o momento, várias leveduras e bactérias foram relatadas dentro do SCOBY, com pouco consenso na literatura acerca das espécies que são essenciais e quais são incidentais à produção de Kombucha (13).

Mukadam et al. (16) pontuaram que o tipo de microrganismos presentes em qualquer ponto da película depende de vários fatores, dentre eles, a fonte, o tipo de substrato fornecido para a fermentação, os metabólitos produzidos durante a fermentação, assim como também o clima e a geografia do cultivo.

Os microrganismos majoritários presentes no SCOBY e no chá de kombucha, durante a fermentação permanecem praticamente os mesmos (17). A cepa que está presente principalmente na película contribui para a formação de celulose e fixação de nitrogênio (18) e as cepas de levedura metabolizam o açúcar e o convertem em glicose e frutose, que é utilizada pelas bactérias na síntese de película, assim como também produz etanol (8). O SCOBY também é um tipo de celulose bacteriana (Figura 3) como todas as outras cepas únicas produzidas comercialmente de celulose bacteriana (12).

Figura 11: Pelicula de celulose (SCOBY).

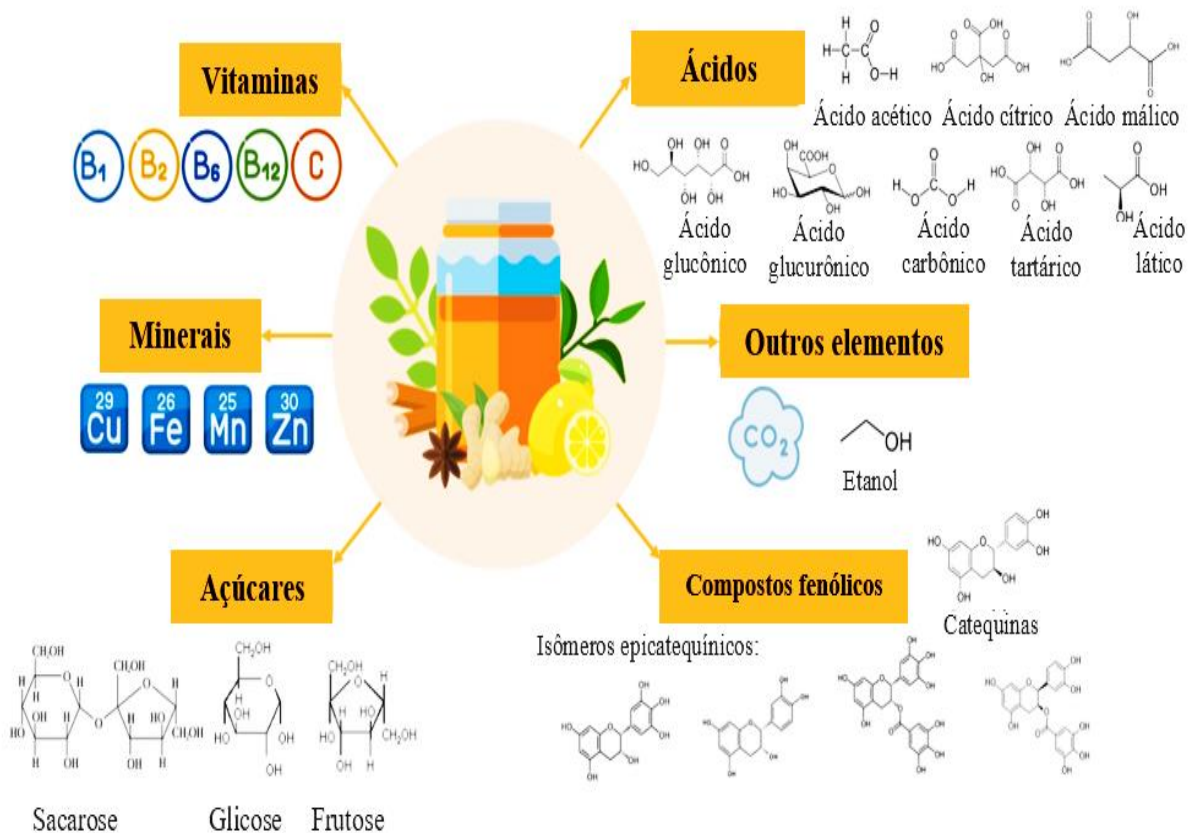


Fonte: MELO et al. (1).

Composição Química

A composição química da kombucha varia de acordo com os ingredientes utilizados durante seu preparo e está intimamente relacionada aos métodos de preparo e processos aplicados (19). Devido à cultura de microrganismos (SCOBY) e, conseqüentemente, a diferente geração de metabólitos, a kombucha apresenta composição complexa, sendo variável as concentrações de compostos e presença ou ausência destes (19). Alguns de seus componentes podem ser visualizados na Figura 4.

Figura 12: Composição química do chá de kombucha



Fonte: Adaptado de Silva Junior et al. (20).

Alguns estudos, como o de Jayabalan et al. (8) e Ivanisová et al. (21), reúnem os compostos predominantes na bebida, citando principalmente os ácidos glucônico e acético, que são produzidos pelas bactérias acéticas a partir de glicose e etanol, respectivamente. Em menores quantidades, também são citados os ácidos glucurônico, cítrico, láctico, málico, tartárico, malônico e entre outros, chegando a 2,5 g/L o total de ácidos orgânicos na bebida.

O ácido acético é o composto químico responsável pelo odor e sabor ácido das bebidas de kombucha. A quantidade de ácido acético é fortemente influenciada pelo tempo de fermentação, se intensificando ao passar dos dias (22).

Com base nesta concentração de ácidos orgânicos, o pH da kombucha é reduzido próximo à 3 (23). Segundo Dada et al. (24), ocorre um decréscimo no valor do pH durante a fermentação, visto que no primeiro dia registraram o valor de 5,6 e ao término dos 18 dias de fermentação obtiveram pH de 3,32.

Assim como o pH, o teor de sólidos solúveis totais apresentam diminuição durante a processo fermentativo, visto que a sacarose é utilizada como substrato (24). Porém, segundo Malbasa et al. (25), 34 % da sacarose não é metabolizada após 7 dias de fermentação. O estudo de Ivanisová et al. (21), que quantificou o teor de açúcar em kombuchas, identificou que a sacarose, é um dos açúcares mais comumente aplicados na produção, é dominante, seguida pela glicose e frutose.

Em relação ao etanol, um metabólito obtido pelo consumo de açúcares, como a glicose e a frutose, este é produzido pelas leveduras e auxiliam as bactérias acéticas no processo de produção do ácido (26). O teor de álcool é fortemente influenciado pela adição de açúcares e pelo tempo de fermentação, sua concentração pode aumentar até atingir um valor máximo aproximado de 5,5 g/L, geralmente no 20º dia de fermentação (27).

Conforme aponta o estudo de Ivanisová et al. (21), a quantidade de elementos essenciais ao corpo humano (ferro - Fe, manganês - Mn, zinco - Zn e níquel - Ni) aumenta significativamente durante o processo de fermentação, enquanto o cádmio (Cd) e o chumbo (Pb) tem seu valor diminuído, quando comparado ao chá preto doce, mostrando uma possível desintoxicação a bebida. Outros micronutrientes além do Fe, Mn e Zn também podem ser encontrados na composição da kombucha, sendo os principais: cálcio (Ca), cobre (Cu) e potássio (K) (28).

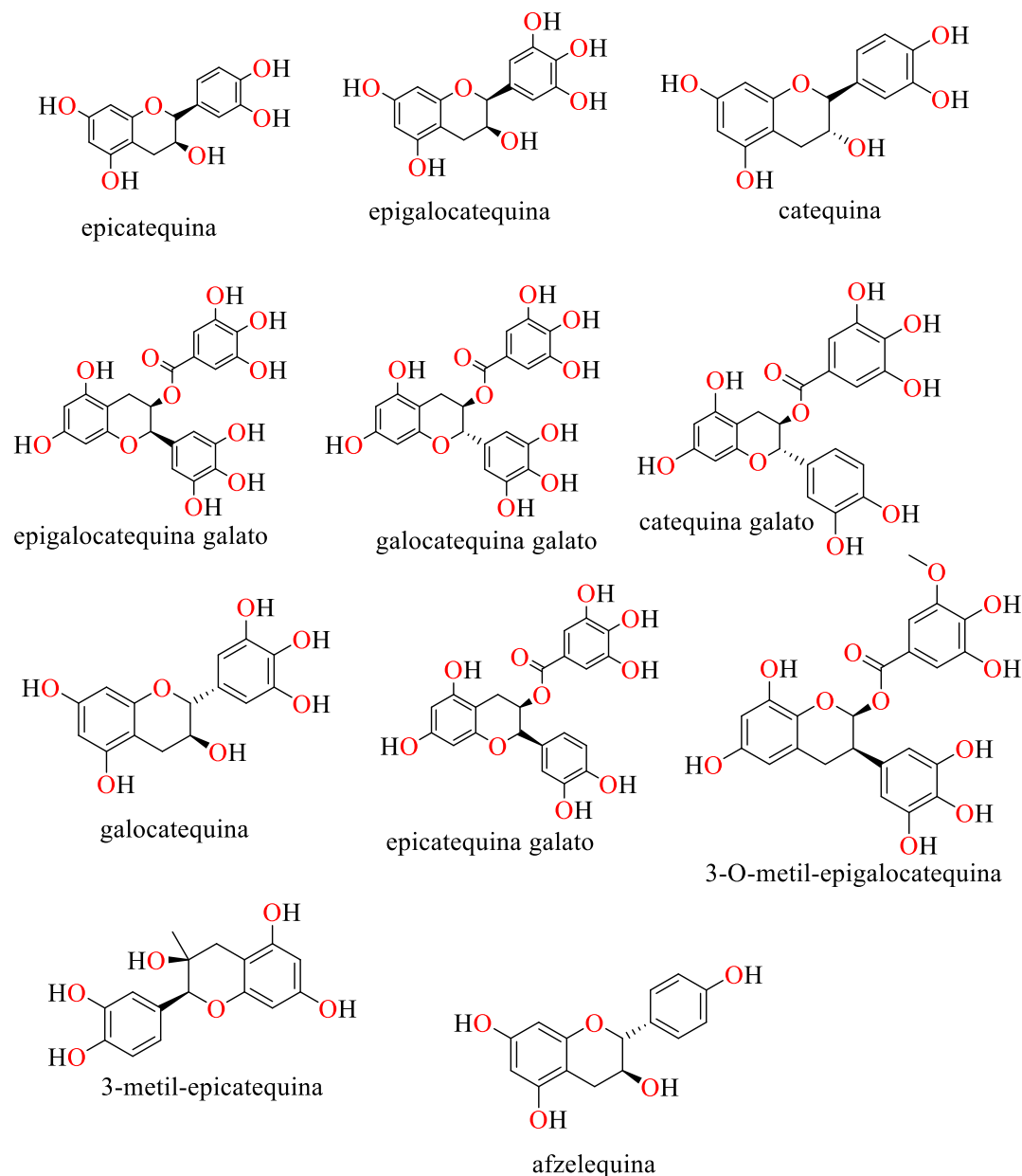
De acordo com Bauer-Petrovska e Petrushevskaja-Tozi (29), um consumo médio de aproximadamente 0,3 µL por dia de kombucha, poderia satisfazer todas as necessidades diárias de Ni e cobalto (Co), necessidades parciais de Fe e Cu, mas não as necessidades diárias de Zn e Mn. Os autores também quantificaram as vitaminas presentes em bebida de kombucha, encontrando valores médios de concentração de 0,74 mg/mL de vitamina B₁, 0,52 mg/mL de vitamina B₆, 0,84 mg/mL de vitamina B₁₂ e 1,51 – 1,61 mg/mL de vitamina C. Leal et al. (30) evidenciam que as vitaminas do grupo B (principalmente B₁, B₆ e B₁₂) são produzidos principalmente durante o processo de fermentação e que estas atuam na incorporação e consequente diminuição do elemento Co.

Quanto às proteínas, estudos apontam um leve aumento em seus níveis, sem ter qualquer outra fonte de nitrogênio adicionada, concluindo que são proteínas extracelulares secretadas durante o processo fermentativo por leveduras e bactérias (8,31).

Em relação aos compostos fenólicos presentes na kombucha, os mesmos são provenientes principalmente da composição fitoquímica das folhas da *Camellia sinensis*, sendo composta principalmente de polifenóis. Dentre os grupos de polifenóis, estão presentes em maior quantidade os flavonoides que se apresentam na bebida como catequinas. Uma xícara de chá contém, em peso seco, 30 a 40 % de catequinas (32).

Estão presentes no chá quatro principais catequinas, sendo elas: epigalocatequina galato (EGCG), epicatequina (EC), epigalocatequina (EGC) e epicatequina galato (ECG) (LEUNG et al., 2001). Outras catequinas em menores concentrações também estão presentes na composição do chá, como a galocatequina galato (GCG), galocatequina (GC), catequina galato (CG), catequina (C), epigalocatequina digalato, epicatequina digalato, 3-metil-epicatequina, 3-O-metil-epigalocatequina, e afzelequina (Figura 5) (33).

Figura 13: Estrutura química das principais catequinas que compõem a kombucha



Fonte: Próprio autor (2022).

Durante a oxidação e polimerização das catequinas no processo de fermentação das folhas de *Camellia sinensis*, forma-se as teaflavinas (TFs) e tearubiginas (TRs), que são os principais polifenóis do chá preto (33).

Estudos realizados por Chu e Chen (34), Jayabalan et al. (11) e Chakravorty et al. (35), evidenciaram que durante a fermentação ocorre o aumento no teor dos polifenóis e flavonoides. Porém, de acordo com Amarasinghe et al. (36), o tempo de fermentação superior a um mês pode levar a uma redução na concentração dos polifenóis. Mousavi et al. (37), em seu estudo sobre as características da kombucha, compilaram seus principais componentes, conforme exibe a Tabela 2.

Tabela 2: Constituintes químicos da composição da kombucha reportados na literatura.

Constituintes químicos	Concentração	Sacarose inicial	Tempo de fermentação (dias)
Compostos gerais			
Álcool etílico	5,5 g/L	100 g/L	20
Proteínas	3 mg/mL	100 g/L	12
Polifenóis	7,8 mm GAE	100 g/L	15
Ácidos orgânicos			
Ácido acético	5,6 g/L	70 g/L	15
Ácido acético	8,36 g/L	100 g/L	18
Ácido acético	11 g/L	100 g/L	30
Ácido glucônico	39 g/L	100 g/L	60
Ácido glucurônico	0,0160 g/L	70 g/L	21
Ácido láctico	0,18 g/L	100 g/L	18
Minerais			
Cu, Fe, Mn, Ni, Zn	0,1 – 0,4 µg/mL	70 g/L	15
Vitaminas			
Vitamina B ₁	0,74 mg/mL	70 g/L	15
Vitamina B ₂	0,08 mg/mL	70 g/L	10
Vitamina B ₆	0,5 mg/mL	70 g/L	15
Vitamina B ₁₂	0,84 mg/mL	70 g/L	15
Vitamina C	25 mg/L	70 g/L	10

Fonte: MOUSAVI et al., (37).

Principais Atividades Biológicas

De acordo com Oliveira et al. (38), o chá verde possui elevada quantidade de bioativos, o que favorece a evidência de propriedades funcionais na kombucha. Estudos envolvendo *testes in vitro* e *in vivo* evidenciam potenciais funcionais e terapêuticos da bebida, que têm sido associados a seus constituintes químicos (20). Algumas dessas propriedades podem ser visualizadas na Figura 6.

Figura 14: Possíveis benefícios associados ao consumo da kombucha.



Fonte: Adaptado de SILVA JUNIOR et al., (20).

A atividade antioxidante da bebida está intimamente relacionada ao tempo de fermentação, uma vez que as bactérias fermentadoras modificam a sua estrutura e produzem compostos bioativos, como os polifenóis (especialmente as catequinas), que possuem capacidade de eliminar espécies reativas de oxigênio (24).

Entretanto, estudos divergem sobre a origem da atividade antioxidante, pois Essawet et al. (39), afirmam que os principais antioxidantes em bebidas fermentadas de kombucha são polifenóis e metabólitos de fungos, como vitaminas e ácidos orgânicos, mas Singletary et al. (40) afirmam que as antocianinas possuem alta atividade antioxidante e de eliminação de radicais livres, enquanto Arnous et al. (41) afirmam que esta atividade é ocasionada pelos flavonoides. De forma mais completa, Maier et al. (42) relatam que a atividade antioxidante da bebida, na verdade, é um efeito conjunto entre diversos compostos.

A kombucha também é conhecida por apresentar notável ação antimicrobiana contra uma ampla gama de microrganismos responsáveis por doenças infecciosas, devido ao baixo valor de pH e pela presença de ácido acético e catequinas, que são conhecidas por inibir o crescimento de uma série de microrganismos Gram-positivos e Gram-negativos (21,43).

Com isto, a kombucha tem a capacidade de inibir o crescimento de patógenos, como o *Helicobacter pylori*, *Escherichia coli*, *Entamoeba cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Bacillus cereus*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella sonnei*, *Leuconostoc monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni* e *Candida albicans* (43).

Quanto ao seu potencial anticancerígeno, o mesmo é atribuído à presença dos polifenóis encontrados na infusão e dos metabólitos secundários produzidos durante a fermentação. De acordo com Moraes e Sousa (44), as catequinas provenientes da

Camellia sinensis reduzem a proliferação de células de câncer de mama *in vitro* e diminuem o crescimento de tumor de mama em roedores e os polifenóis presentes também auxiliam na promoção da morte de células tumorais de forma específica, contribuindo na eficiência da terapia de radiação/quimioterapia.

Outras atividades biológicas ligadas ao consumo de kombucha também foram relatadas e documentadas, como imunomoduladora, anti-hipertensiva, hipocolesterolêmica, hipoglicêmica e antiproliferativa (3,45,46).

CONCLUSÃO

Conforme observado nesse compilado de informações da literatura, a kombucha é uma bebida fermentada que possui ação probiótica em função de suas propriedades biológicas e confere diversos benefícios para saúde. Em virtude disso, nos últimos anos, várias dessas atividades farmacológicas foram documentadas em artigos científicos, fazendo com que a kombucha seja cada vez mais consumida em todo o mundo por suas propriedades refrescantes e benéficas à saúde humana.

Tratando-se da mistura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY), inferiu-se que o mesmo consiste em uma ampla gama de populações microbianas, constituída por várias leveduras e bactérias, contudo sua real composição até o momento, não foi totalmente elucidada.

Também é possível identificar uma grande flutuação em relação as condições que são utilizadas no preparo da kombucha, resultando assim em uma ampla variação em sua composição química e microbiológica. Esse fato é atribuído principalmente a sua produção que ainda se concentra majoritariamente em escala artesanal. Em relação a atividade antioxidante da bebida, é descrito na literatura que a mesma está intimamente relacionada ao tempo de fermentação da bebida, uma vez que as bactérias fermentadoras modificam a sua estrutura e produzem compostos bioativos, como os polifenóis, principalmente as catequinas.

Portanto, torna-se de extrema importância a realização de estudos e protocolos que otimizem e padronizem as condições de preparo da bebida, tanto em escala artesanal quanto industrial.

REFERÊNCIAS

1. de Melo CWB, de Lima Costa IH, de Souza Santos P, de Jesus Bandeira M. Identification of the profile of volatile compounds in commercial kombucha added with hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*) Identificação do perfil de compostos voláteis em kombucha comercial adicionado de hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis*). *Brazilian J Dev.* 2022;8(3):16208–25.
2. Chakravorty S, Bhattacharya S, Chatzinotas A, Chakraborty W, Bhattacharya D, Gachhui R. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *Int J Food Microbiol.* 2016;220:63–72.
3. Kapp JM, Sumner W. Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Ann Epidemiol.* 2019;30:66–70.

4. Chakravorty S, Bhattacharya S, Bhattacharya D, Sarkar S, Gachhui R. Kombucha: a promising functional beverage prepared from tea. In: *Non-alcoholic beverages*. Elsevier; 2019. p. 285–327.
5. Dutta H, Paul SK. Kombucha drink: production, quality, and safety aspects. In: *Production and management of beverages*. Elsevier; 2019. p. 259–88.
6. Azambuja CR, Santos DL, da Rosa Rodrigues A, Machado VA, de Moraes AB. Estilo de vida e consumo de alimentos funcionais em docentes do Ensino Superior. *Ciência e Nat*. 2020;42:e30–e30.
7. Santos MJ dos. *Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração*. 2016.
8. Jayabalan R, Malbaša R V, Lončar ES, Vitas JS, Sathishkumar M. A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2014;13(4):538–50.
9. Laavanya D, Shirkole S, Balasubramanian P. Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. *J Clean Prod*. 2021;295:126454.
10. Soares MG, de Lima M, Schmidt VCR. Technological aspects of kombucha, its applications and the symbiotic culture (SCOBY), and extraction of compounds of interest: A literature review. *Trends Food Sci Technol*. 2021;110:539–50.
11. Jayabalan R, Marimuthu S, Swaminathan K. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chem*. 2007;102(1):392–8.
12. Villarreal-Soto SA, Beaufort S, Bouajila J, Souchard J, Taillandier P. Understanding kombucha tea fermentation: a review. *J Food Sci*. 2018;83(3):580–8.
13. Harrison K, Curtin C. Microbial composition of SCOBY starter cultures used by commercial kombucha brewers in North America. *Microorganisms*. 2021;9(5):1060.
14. Chandrakala SK, Lobo RO, Dias FO. Kombucha (bio-tea): An elixir for life? In: *Nutrients in beverages*. Elsevier; 2019. p. 591–616.
15. Summitt RJ, Cotton RA, Kays AC, Slaven EJ. Shoulder injuries in individuals who participate in CrossFit training. *Sports Health*. 2016;8(6):541–6.
16. Mukadam TA, Punjabi K, Deshpande SD, Vaidya SP, Chowdhary AS. Isolation and characterization of bacteria and yeast from Kombucha tea. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 2016;5(6):32–41.





17. Teoh AL, Heard G, Cox J. Yeast ecology of Kombucha fermentation. *Int J Food Microbiol.* 2004;95(2):119–26.
18. De Roos J, De Vuyst L. Acetic acid bacteria in fermented foods and beverages. *Curr Opin Biotechnol.* 2018;49:115–9.
19. Blauth CM. *KOMBUCHA: tecnologia de produção e composição.* 2019;
20. da Silva Júnior JC, Mafaldo ÍM, de Lima Brito I, de Magalhães Cordeiro AMT. Kombucha: Formulation, chemical composition, and therapeutic potentialities. *Curr Res Food Sci.* 2022;
21. Ivanišová E, Meňhartová K, Terentjeva M, Harangozo L, Kántor A, Kačániová M. The evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha tea beverage. *J Food Sci Technol.* 2020;57(5):1840–6.
22. Spedding G. So what is kombucha? An alcoholic or a non-alcoholic beverage? A brief selected literature review and personal reflection. *Brew Distill Anal Serv.* 2015;
23. Coton M, Pawtowski A, Taminiau B, Burgaud G, Deniel F, Coulloume-Labarthe L, et al. Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. *FEMS Microbiol Ecol.* 2017;93(5).
24. Dada AP, Lazzari A, de Oliveira Cestário AC, da Silva DS, Saraiva BR, Rosa CILF, et al. Caracterização de kombucha elaborado a partir de chá verde. *Res Soc Dev.* 2021;10(15):e576101522992–e576101522992.
25. Malbaša R, Lončar E, Kolarov L. Sucrose and inulin balance during tea fungus fermentation. *Rom Biotechnol Lett.* 2002;7(1):573–6.
26. Greenwalt CJ, Steinkraus KH, Ledford RA. Kombucha, the fermented tea: microbiology, composition, and claimed health effects. *J Food Prot.* 2000;63(7):976–81.
27. Chen C, Liu BY. Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *J Appl Microbiol.* 2000;89(5):834–9.
28. Buzia OD, Fasie V, Mardare N, Diaconu C, Gurau G, Tatu AL. Formulation, preparation, physico-chemical analysis, microbiological peculiarities and therapeutic challenges of extractive solution of Kombucha. *Rev Chim.* 2018;69:720–4.
29. Bauer-Petrovska B, Petrushevska-Tozi L. Mineral and water soluble vitamin content in the Kombucha drink. *Int J food Sci Technol.* 2000;35(2):201–5.
30. Leal JM, Suárez LV, Jayabalan R, Oros JH, Escalante-Aburto A. A review on

- health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CYTA - J Food*. 2018;16(1):390–9.
31. Sreeramulu G, Zhu Y, Knol W. Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *J Agric Food Chem*. 2000;48(6):2589–94.
 32. Balentine DA, Wiseman SA, Bouwens LCM. The chemistry of tea flavonoids. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 1997;37(8):693–704.
 33. Shi J, Yang G, You Q, Sun S, Chen R, Lin Z, et al. Updates on the chemistry, processing characteristics, and utilization of tea flavonoids in last two decades (2001-2021). *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2021;1–28.
 34. Chu S-C, Chen C. Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. *Food Chem*. 2006;98(3):502–7.
 35. Bhattacharya D, Bhattacharya S, Patra MM, Chakravorty S, Sarkar S, Chakraborty W, et al. Antibacterial activity of polyphenolic fraction of kombucha against enteric bacterial pathogens. *Curr Microbiol*. 2016;73(6):885–96.
 36. Amarasinghe H, Weerakkody NS, Waisundara VY. Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha “Tea Fungus” during extended periods of fermentation. *Food Sci Nutr*. 2018;6(3):659–65.
 37. Mousavi SM, Hashemi SA, Zarei M, Gholami A, Lai CW, Chiang WH, et al. Recent progress in chemical composition, production, and pharmaceutical effects of kombucha beverage: a complementary and alternative medicine. *Evidence-Based Complement Altern Med*. 2020;2020.
 38. Oliveira MN de, Sivieri K, Alegro JHA, Saad SMI. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. *Rev Bras Ciências Farm*. 2002;38:1–21.
 39. Essawet NA, Cvetković D, Velićanski A, Čanadanović-Brunet J, Vulić J, Maksimović V, et al. Polyphenols and antioxidant activities of Kombucha beverage enriched with Coffeeberry® extract. *Chem Ind Chem Eng Q*. 2015;21(3):399–409.
 40. Singletary KW, Jung K-J, Giusti M. Anthocyanin-rich grape extract blocks breast cell DNA damage. *J Med Food*. 2007;10(2):244–51.
 41. Arnous A, Makris DP, Kefalas P. Correlation of pigment and flavanol content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. *J food Compos Anal*. 2002;15(6):655–65.
 42. Maier T, Schieber A, Kammerer DR, Carle R. Residues of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. *Food Chem*. 2009;112(3):551–9.

43. Watawana MI, Jayawardena N, Gunawardhana CB, Waisundara VY. Health, wellness, and safety aspects of the consumption of kombucha. *J Chem.* 2015;2015.
44. Moraes A da SM, Souza VRS. Chá verde e suas propriedades funcionais nas doenças crônicas não transmissíveis. *Rev Interdiscip Pensamento Científico.* 2016;2(1).
45. Morales D. Biological activities of kombucha beverages: The need of clinical evidence. *Trends Food Sci Technol.* 2020;105:323–33.
46. Sinir GÖ, Tamer CE, Suna S. Kombucha tea: A promising fermented functional beverage. In: *Fermented Beverages.* Elsevier; 2019. p. 401–32.
47. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 41 de 17 de setembro de 2019. Estabelecer o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional, na forma desta Instrução Normativa e do seu Anexo. *Diário Oficial da União.* 18 set 2019; Seção 1.

Capítulo 6

ESTUDO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE POLPAS DE FRUTAS ARTESANAIS CONGELADAS PRODUZIDAS POR AGRONEGÓCIOS FAMILIARES DA REGIÃO DO BAIXO PARNAÍBA – MA

Longuistayne Rocha Sousa ; Vinicius de Oliveira Machado ; Alane Lima dos Santos ; Renan Candeira Alves ; André da Silva Freire ; Lorena Carvalho Martiniano de Azevedo ; Djavania Azevêdo da Luz *

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: djvania.luz@ufma.br

Resumo: Em função do crescimento da produção, comercialização de polpas de frutas congeladas, e considerando a necessidade da disponibilidade de um produto elaborado em boas condições sanitárias, baixo custo e ao alcance da população é que neste estudo foram avaliados alguns parâmetros físico-químicos tais como: pH, sólidos solúveis, índice de acidez, sólidos totais, açúcares totais e vitamina C de polpas de frutas congeladas produzidas artesanalmente dos seguintes frutos: acerola (*Malpighia emarginata*), goiaba (*Psidium guajava*), açaí (*Euterpe oleracea*), e bacuri (*Platonia insignis*), dos município de Magalhães de Almeida – MA e Santa Quitéria – MA respectivamente, estes parâmetros foram escolhidos devido os mesmos serem os mais observados nas embalagens das polpas de frutas industrializadas. O principal objetivo foi proporcionar aos pequenos produtores do Agronegócio do Baixo Parnaíba de polpas de frutas congeladas a garantia de um produto final de qualidade, confiável aos consumidores da região. De acordo com as análises realizadas, foi possível perceber que as mesmas apresentaram boas condições para o consumo humano, levando-se em consideração ao que preconiza a Instrução Normativa N° 01, de 7 DE JANEIRO de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), contribuindo de forma significativa para o crescimento e valorização do agronegócio familiar de polpas de frutas.

Palavras-chave: agronegócio; polpas de frutas; qualidade

INTRODUÇÃO

A região do Baixo Parnaíba engloba os seguintes municípios do estado Maranhão: Água Doce do Maranhão, Anapurus, Araioses, Belágua, Brejo, Buriti, Chapadinha, Magalhães de Almeida, Mata Roma, Milagres do Maranhão, Santa Quitéria, Santana, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, Tutóia e Urbano Santos, uma área com quase 20 milhões de quilômetros quadrados e que abriga mais de 410 mil habitantes, dos quais 53% vivem na área rural (1). Entre estas regiões apontam-se os municípios de Magalhães de Almeida e Santa Quitéria, como promissoras no agronegócio familiar de polpas de frutas regionais congeladas.

O setor agropecuário familiar já faz parte da história do Brasil e da própria humanidade. Sua influência foi reduzida ao longo dos séculos devido ao desenvolvimento tecnológico do próprio setor agropecuário e dos outros setores produtivos da economia. Assim, paulatinamente, o termo familiar tem sido associado a passado, atraso e pouca significância. Entretanto, o mundo contemporâneo colocou o sistema familiar de produção dentro de um contexto sócio-econômico próprio e delicado, haja vista, que sua importância ganha força quando se questiona o futuro das pessoas que subsistem do campo, a problemática do êxodo rural e, conseqüentemente, a tensão social decorrente da desigualdade social no campo e nas cidades (2).

A indústria de polpas de frutas congeladas tem se expandido bastante nos últimos anos. As unidades processadoras se compõem, em sua maioria, de pequenos produtores, dos quais, grande parte ainda utiliza processos artesanais (3).

Esse tipo de agroindústria está se espalhando cada vez mais pelo Brasil e, também, pelos países vizinhos, tornando-se um grande negócio tanto para o produtor rural quanto para o empreendedor que deseja montar sua própria empresa. Isso acontece devido ao fato de ser um investimento relativamente pequeno e de rápido retorno (4).

Logo, o agronegócio familiar do comércio de polpas de frutas nos respectivos municípios é de fundamental importância, uma vez que fornece meios de sobrevivência para várias famílias, além de proporcionar à população urbana e rural um suprimento de polpas congeladas de frutas diversas durante todas as épocas do ano.

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), através do Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta, define polpa de fruta sendo como “*o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtida de frutos polposos, através de processos tecnológicos adequados, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto*” (5).

Seguindo ainda o mesmo regulamento, a polpa de fruta deverá ser obtida de frutas sadias, limpas, isentas de matéria ferrosa, de parasitas, e de outros detritos animais e vegetais. Não deverá conter fragmentos das partes consideradas não comestíveis das frutas e da planta, tais como casca, sementes e caroço, nem substâncias estranhas à sua composição normal.

No controle de qualidade os parâmetros como acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores e totais, vitamina C e pH são importantes para a padronização do produto e análise de alterações ocorridas durante processamento e armazenamento(6).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo fazer o estudo de alguns parâmetros físico-químicos das polpas artesanais congeladas de acerola (*Malpighia emarginata*) e goiaba (*Psidium guajava*) produzidas artesanalmente e consumidas no

município de Magalhães de Almeida – MA e das polpas de açaí (*Euterpe oleracea*) e bacuri (*Platonia insignis*) produzidas e consumidas no Município de Santa Quitéria – MA, quanto aos parâmetros de pH, sólidos solúveis, índice de acidez, sólidos totais, açúcares totais e vitamina C, afim de proporcionar aos pequenos produtores de polpas de frutas destes municípios aspectos referentes à qualidade, garantindo assim, um produto final confiável aos consumidores.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e tratamento das amostras

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa de campo, tanto no município de Magalhães de Almeida – MA, quanto no município de Santa Quitéria – MA, onde buscou-se obter informações de quais polpas artesanais congeladas eram mais comercializadas em cada região, sendo as de acerola e goiaba, detectadas como as mais consumidas e assim, adquiridas em um agronegócio familiar do município de Magalhães de Almeida – MA, e as polpas de açaí e bacuri detectadas como as mais consumidas no município de Santa Quitéria do Maranhão – MA, sendo adquiridas também em um agronegócio familiar, do referido município.

Todas as polpas estudadas foram obtidas diretamente nos agronegócios familiares dos respectivos municípios em estudo, selecionadas de forma aleatória, na própria embalagem em que seriam comercializadas, e transportadas em caixas isotérmicas, contendo gelo até o Laboratório de Química do Curso de Ciências Naturais, da Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo (UFMA). Estas ficavam acondicionadas em freezer horizontal sob temperatura aproximada de -18°C para que suas características nutricionais fossem preservadas antes da realização das análises físico-químicas. Para todas as análises, as polpas foram descongeladas e homogeneizadas, e os experimentos feitos em triplicatas. Os resultados obtidos foram comparados com a legislação vigente para polpas de frutas e dados da literatura.

Parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos das amostras das polpas de acerola e goiaba oriundas do município de Magalhães de Almeida – MA e de açaí e bacuri de Santa Quitéria – MA foram realizados de 15 em 15 dias, durante 3 quadrimestres.

As amostras foram analisadas seguindo os métodos do Instituto Adolfo Lutz – IAL (7) e pela Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (8). Os parâmetros físico-químicos realizados neste trabalho foram: pH, sólidos solúveis, índice de acidez, sólidos totais, açúcares totais e vitamina C, descritos a seguir:

pH

Foram pesadas 20 g de cada amostra devidamente resfriada à temperatura ambiente, no qual foram acrescentados 20 mL de água destilada. A seguir homogeneizada e assim, determinou-se o pH, com leitura direta no equipamento (7).

Sólidos solúveis

O grau Brix foi determinado pelo método refratométrico proposto pela AOAC (8). Gotejou-se uma alíquota da amostra sobre o prisma de um refratômetro portátil com escala 0 a 32 °Brix procedendo-se à leitura direta do índice refratométrico. A leitura foi realizada a temperatura ambiente, diferente de 20°C, corrigindo a leitura em relação à temperatura segundo à Tabela 1.

Tabela 1. Correção para obtenção do valor real de °Brix em relação à temperatura.

Temperatura (°C)	Subtraia da leitura obtida	Temperatura (°C)	Adicione à leitura obtida
-	-	21	0,08
-	-	22	0,16
13	0,54	23	0,24
14	0,46	24	0,32
15	0,39	25	0,4
16	0,31	26	0,48
17	0,23	27	0,56
18	0,16	28	0,64
19	0,08	29	0,73
20	0	30	0,81

Fonte: AOAC (8)

Índice de acidez

Para a determinação do índice de acidez, foram pesados 5 g da amostra de polpa, a seguir foram adicionados 50 mL de água destilada. A seguir, mergulhou-se o eletrodo do pHmetro e o pH inicial foi anotado. Posteriormente, a amostra foi titulada com solução de NaOH 0,1 mol/L padronizada ($f = 0,9772$) até uma faixa de pH (8,1-8,3) (7).

A equação (1) expressa o cálculo de acidez em solução molar em percentagem (%) v/m.

$$\frac{V \times f \times 100}{P \times c} = \text{acidez em solução molar por cento v/m} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

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

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M

P = nº de g da amostra usado na titulação

c = correção para solução de NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M.

Sólidos totais

Para a determinação de sólidos totais, foram pesadas 5 g da amostra em cadinho, previamente aquecido em estufa a 105°C por 1 hora e resfriados em dessecador. Levou-se a amostra para ser seca em estufa a 105°C por 3 horas (7).

Através da Equação 2, foram feitos os cálculos para o conhecimento deste parâmetro.

$$\frac{100 \times N}{A} = \text{sólidos totais por cento m/m} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

N = n° de gramas de resíduo seco

A = n° de gramas da amostra

Açúcares totais

Para a determinação de açúcares totais, foram pesados 10 g da amostra em um erlenmeyer, diluindo-a a seguir em 50 mL de água. Foram adicionados 0,5 mL de HCl concentrado e levado para aquecer em banho-maria por 20 minutos. Esperou-se a amostra esfriar, para neutralizá-la com solução de NaOH 40% em presença de fenolftaleína como indicador. A seguir, esta foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, completando-se o volume. A solução foi filtrada (7).

Em um erlenmeyer, foram adicionados 10 mL da solução de Fehling A, 10 mL da solução de Fehling B e 40 mL de água destilada. A mesma foi homogeneizada e levada para o aquecimento, e deixando em ebulição por 2 minutos. A seguir, foram adicionadas 3 gotas de azul de metileno a 1 % , titulando-se com a solução da amostra até adquirir coloração vermelho brilhante. A Equação 3, determinou este parâmetro (7).

$$\frac{100 \times 100 \times F}{P \times V} = \text{açúcares totais por cento m/m} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

F = fator das soluções A e B de Fehling

P = peso da amostra

V = volume gasto na titulação

Vitamina C

Para a determinação do teor de Vitamina C, foram pesadas 15 g da amostra, a mesma foi homogeneizada em 50 mL de água destilada e transferida para um erlenmeyer. Foram adicionados 10 mL da solução de ácido sulfúrico a 20% e homogenizou-se. Foram também adicionados 1 mL da solução de iodeto de potássio a 10% e 1 mL da solução de amido a 1%. A mesma foi titulada com solução de iodato de potássio 0,02 mol/L até que obteve-se uma coloração azul. Através da equação (4) o teor de vitamina C em percentagem (%) foi expresso. (7).

$$\frac{100 \times V \times F}{P} = \text{vitamina C mg por cento m/m} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

V = volume de iodato de potássio gasto na titulação

F = 8,806 ou 0,8806 respectivamente para KIO₃ a 0,02 mol/L ou 0,002 mol/L

P = massa em gramas da amostra

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos para as polpas de frutas artesanais produzidos no município de Magalhães de Almeida – MA

Polpa congelada de acerola (*Malpighia emarginata*)

A Tabela 2 ilustram os resultados das médias obtidas por este estudo em comparação com os dados reportados na literatura.

Tabela 2. Comparação de dados da polpa em estudo com dados da literatura.

Amostras X Dados da Literatura	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez em Solução Molar (%, m/m)	Sólidos Totais (%g/100g)	Açúcares Totais (% m/m)	Vitamina C (mg%, m/m)
Amostra 1	6,05	8,56	61,38	7,78	7,20	1937,32
Amostra 2	6,04	8,56	22,77	7,20	7,00	1590,95
Amostra 3	4,00	8,06	22,87	7,30	7,70	1829,30
Amostra 4	3,43	8,36	22,71	7,40	7,40	1557,49
Amostra 5	3,50	8,76	22,76	7,20	7,00	1829,31
Amostra 6	3,50	8,56	16,83	7,35	7,12	1557,50
Amostra 7	3,52	8,56	18,96	7,44	7,27	1580,97
Amostra 8	3,55	6,56	23,00	7,63	6,63	1561,59
Amostra 9	3,57	8,46	23,52	7,39	7,83	1952,58
Amostra 10	3,92	8,18	23,60	7,22	6,93	1829,29
Amostra 11	3,33	8,56	23,86	7,30	6,93	1563,35
Amostra 12	3,46	8,46	23,00	7,23	7,30	1899,74
Amostra 13	3,10	8,16	23,80	7,97	7,27	1576,86
Amostra 14	3,75	8,66	23,12	8,0	7,12	1580,97
Amostra 15	3,44	8,36	22,80	7,54	7,63	1580,97
Amostra 16	3,87	8,66	23,60	7,52	7,62	1594,47
Amostra 17	3,88	8,56	23,12	7,67	7,63	1749,45

Amostra 18	3,65	8,36	23,00	7,39	7,15	1610,32
Amostra 19	3,56	8,58	18,94	7,48	7,20	1528,23
Amostra 20	3,55	6,50	23,12	7,63	6,60	1551,55
Amostra 21	3,57	8,46	23,34	7,39	7,83	1572,58
Amostra 22	3,92	8,18	23,63	7,18	6,53	1729,29
Amostra 23	3,30	8,56	23,86	7,32	7,54	1563,31
Amostra 24	3,25	8,47	23,56	7,23	7,14	1569,74
Média Geral	3,63	8,39	23,93	7,68	7,23	1580,97
Desvio Padrão	0,82	0,48	9,32	0,25	1,27	1489,51
Coefficiente de variação (%)	2,32%	5,80%	7,73%	3,33%	1,78%	8,82%
Oliveira (9)	3,7	6,25	-	-	-	-
Temóteo (10)	3,9	-	-	-	-	-
Batista (11)	-	8,93	10,72	-	-	-
MAPA (5)	*2,80	*5,5	*0,80	*6,50	*4,0 – **9,50	*800,00

Fonte: Os autores
 Máximo

*Mínimo **

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que na determinação do pH, as amostras de polpa de acerola encontravam-se dentro dos padrões de qualidade se comparadas com a Instrução Normativa Nº 01, de 7 DE JANEIRO de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento(5) que estabelece pH com valor mínimo para polpa de acerola de 2,80, as mesmas obtiveram uma média de pH igual a 3,63. O valor médio do pH encontrado para polpas de acerola foi também semelhante aos obtidos por Oliveira (9), de 3,7, e por Temóteo (10), que foi de 3,9. Quanto aos sólidos solúveis, estes também encontravam-se dentro dos padrões do MAPA(5), que estabelecem um mínimo de 5,5, onde as amostras analisadas acima alcançaram valor médio de 8,39, menor que o encontrado por Batista (11) que foi de 8,93, e um pouco acima da média encontrada por Oliveira (9), que foi de 6,25. O índice de acidez para as amostras de acerola estudadas foram em média 23,93, também dentro dos padrões estabelecidos pelo MAPA (5), porém, muito acima da média encontrada por Batista (11), que foi de 10,72. Quanto aos sólidos totais, estes também se adequam aos padrões do MAPA (5), alcançando uma média de 7,68. Segundo os padrões do MAPA (5), os açúcares totais devem estar entre o intervalo de 4 e 9,50 (g/100g), o que condiz com as análises feitas, apresentando um resultado no valor de 7,23

Ao que se refere à quantidade de Vitamina C (Ácido Ascórbico) encontrada, para amostras de acerola, está dentro dos padrões de qualidade com, 1580,97mg/100g para acerola, enquanto que o MAPA(5) determina valor mínimo de 800mg/100g. Todos os parâmetros estudados para as polpas de acerola demonstraram que esses produtos encontram-se de acordo com os padrões vigentes para o consumo, segundo à Legislação para polpas de frutas, e aptos ao consumo humano.

Polpa congelada de goiaba (*Psidium guajava*)

A Tabela 3 ilustram os resultados das médias obtidas por este estudo em comparação com os dados reportados na literatura.

Tabela 3. Comparação de dados da polpa em estudo com dados da literatura.

Amostras X Dados da Literatura	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez em Solução Molar (%, m/m)	Sólidos Totais (%g/100g)	Açúcares Totais (% m/m)	Vitamina C (mg%, m/m)
Amostra 1	6,45	8,06	5,74	7,14	7,40	119,68
Amostra 2	6,45	8,06	5,74	5,70	7,40	123,36
Amostra 3	5,0	7,56	6,00	5,90	7,80	121,76
Amostra 4	3,89	5,56	5,87	5,50	7,90	120,93
Amostra 5	4,51	5,76	6,00	5,70	7,00	121,76
Amostra 6	4,34	6,56	6,76	5,66	7,78	120,93
Amostra 7	3,93	8,06	6,76	5,90	7,78	125,04
Amostra 8	4,02	5,56	5,86	5,90	7,94	97,45
Amostra 9	4,76	8,26	5,92	5,76	7,43	111,54
Amostra 10	4,12	8,06	5,86	5,66	7,15	115,06
Amostra 11	4,47	7,86	6,0	5,91	7,63	89,82
Amostra 12	4,13	7,66	5,72	5,66	7,43	113,30
Amostra 13	4,67	7,86	5,20	6,10	7,20	95,69
Amostra 14	4,62	8,06	5,60	5,97	7,94	103,32
Amostra 15	4,51	8,26	5,72	5,47	7, 15	125,04
Amostra 16	4,32	8,06	6,00	5,88	7,43	117,41
Amostra 17	3,57	14,16	26,60	10,43	6,89	29,35
Amostra 18	4,32	8,26	5,80	5,76	7,43	119,19
Amostra 19	3,45	8,12	6,72	5,78	7,56	125,23
Amostra 20	4,12	8,34	6,54	5,56	7,76	109,45
Amostra 21	4,34	8,21	5,87	5,76	7,40	123,54
Amostra 22	4,15	8,46	6,78	5,34	7,18	115,34
Amostra 23	4,42	7,54	6,13	5,67	7,53	112,82
Amostra 24	4,18	7,34	5,65	5,91	7,73	115,30

Média Geral	4,33	7,93	6,67	5,89	7,80	113,21
Desvio Padrão	0,77	1,83	4,88	1,14	2,19	2,66
Coeficiente de variação (%)	1,86%	5,96%	6,06%	1,58%	3,08%	1,70%
Temóteo (10)	4,2	-	-	-	-	8,74g/
Batista (11)	-	6,93	6,97	-	-	-
MAPA (5)	*3,5 **4,2	*7,00	0,40	9,00	**15,00	*40,00

Fonte: Os autores
 Máximo

*Mínimo **

Através dos dados obtidos, notou-se que para a definição do pH, as polpas de goiaba apresentaram uma pequena alteração, pois o aceitável de acordo com o MAPA(5) era de 3,5 – 4,2, e as mesmas adquiriram valor de pH igual a 4,33, valor este próximo ao encontrado por Temóteo (10), que foi de 4,2. Segundo a Legislação do MAPA (5), o valor dos sólidos solúveis encontra-se dentro dos padrões, apresentando 7,93°Brix, ao contrário de Batista (11), que encontrou valor de 6,93 °Brix menor que o exigido pelo MAPA (5) que é de 7,00 °Brix.

A acidez total se encontrava também dentro dos padrões, com 6,67g/100g, onde o valor mínimo exigido pelo MAPA (5) é de 0,40; próximo ao de Batista (11), que apresentou valor de 6,97g/100g em seus estudos.

Os sólidos totais da polpa de goiaba apresentaram um valor menor do que o aceito pela Legislação, 5,89g/100g. Uma das possíveis causas desses “desacordos” da Legislação X Dados da Literatura, seria o fato que essa diminuição de sólidos totais nas polpas congeladas, diz respeito à quantidade de água que possivelmente foi adicionada na fabricação para facilitar as operações unitárias de trituração e despulpamento da fruta segundo relata Caldas et. al. (12), o que pode ter contribuído de maneira significativa para a diminuição destes valores estudados.

Quanto aos açúcares totais, estava de acordo com o determinado pelo MAPA (5), com valor de 7,80g/100g quando o máximo permitido é de 15g/100g. O valor de vitamina C das polpas de goiaba encontra-se dentro do determinado pelo MAPA (5), apresentando 113,21g/100g, diferente do estudo feito por Temóteo (10), com valor inferior ao mínimo exigido: 8,74g/100g.

Resultados obtidos nos estudos das polpas de frutas artesanais produzidos no município de Santa Quitéria do Maranhão – MA

Ressalta-se que os resultados aqui apresentados são referentes apenas aos meses em que as frutas não estavam em período de entressafra.

Para polpas de açaí (*Euterpe oleracea*)

A Tabela 4 ilustram as médias dos resultados obtidas por este estudo em comparação com os dados reportados na literatura.

Tabela 4. Comparação de dados da polpa em estudo com dados da literatura.

Amostra X Dados da Literatura	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez em Solução Molar (%, m/m)	Sólidos Totais (%g/100g)	Açúcares Totais (% m/m)	Vitamina C (mg%, m/m)
Amostra 1	5,00	2,56	3,97	14,90	66,23	220,73
Amostra 2	4,92	1,56	4,25	17,48	71,43	220,73
Amostra 3	5,10	2,56	4,00	15,80	63,29	220,73
Amostra 4	5,00	2,56	3,96	15,40	75,76	211,34
Amostra 5	4,97	2,56	4,95	15,40	66,67	230,72
Amostra 6	5,00	2,06	4,26	17,20	66,67	220,74
Amostra 7	4,89	1,56	4,55	15,04	63,29	228,96
Amostra 8	5,02	1,56	4,16	15,50	66,67	207,23
Amostra 9	4,99	2,56	3,96	15,36	70,42	205,47
Amostra 10	5,01	2,56	3,96	17,40	67,11	228,96
Amostra 11	5,00	2,56	4,75	17,70	66,67	211,33
Amostra 12	4,92	2,56	4,06	14,80	14,80	218,98
Amostra 13	4,85	1,50	4,14	15,32	63,29	222,90
Média Geral	4,99	2,27	4,24	16,00	63,25	218,83
Desvio Padrão	0,06	0,45	0,34	1,11	1,65	8,45
Coefficiente de variação (%)	1%	20%	8%	7%	5%	4%
Pereira et. al. (13)	5,23	4,80	0,21	15,27	-	-
Scalfoni et. al. (14)	4,36	27,00	0,14	-	-	-
MAPA (5)	*4,00 **6,20	-	**27 - fino	*40,00 **60,00	**40,00	-

 Fonte: Os autores
 Máximo

*Mínimo **

Verificou-se que para a amostra da polpa de açaí, o valor de pH situa-se na faixa estabelecida pelo MAPA(5), que preconiza valor mínimo de 4,00, assim como se mantém próximo aos valores obtidos por Pereira et. al.(13) e Scalfoni et. al.(14). O valor encontrado para os sólidos solúveis totais (SST) se mostrou abaixo comparado aos da literatura, isto pode ter ocorrido, devido a adição de água ao processo que pode ter sido em excesso, precisando ser otimizado.

O valor do índice de acidez em solução molar mostrou-se dentro do valor padrão estabelecido pelo MAPA (5), sendo obtido o valor de 4,24% g/100g e o padrão estabelecido para o máximo de 27% g/100g e um pouco maior em relação aos dos autores

citados. Os sólidos totais apresentaram valores abaixo do padrão estabelecido, sendo de 16,00% g/100g frente a 40g/100g estabelecido pelo MAPA como valor mínimo, embora se aproxime do valor encontrado por Pereira et. al.(13).

Para os açúcares, obteve-se o valor de 63,25, mantendo-se acima do padrão estabelecido para o máximo de 40,00 g/100g. Esta possível discrepância, pode ter se dado devido a não linearidade de maturação dos frutos. Para o teor vitamina C, não é estabelecido nenhum valor padrão pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento – MAPA (5).

Para as polpas de bacuri (*Platonia insignis*)

A Tabela 5, ilustra o resultado das médias obtidas das análises das polpas artesanais de goiaba da mini-fábrica do município de Santa Quitéria – MA, comparados com dados reportados na literatura.

Tabela 5. Comparação de dados da polpa em estudo com dados da literatura.

Amostra X Dados da Literatura	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez em Solução Molar (% m/m)	Sólidos Totais (%g/100g)	Açúcares Totais (% m/m)	Vitamina C (mg%, m/m)
Amostra 1	5,62	3,06	3,70	5,26	8,74	5,87
Amostra 2	5,63	3,06	3,69	7,00	8,12	5,87
Amostra 3	5,00	5,46	3,46	6,92	8,00	5,87
Amostra 4	3,56	3,56	3,56	6,97	8,88	5,87
Amostra 5	5,63	3,06	3,69	7,00	8,12	5,87
Amostra 6	5,58	3,06	3,66	6,00	8,74	5,87
Amostra 7	5,60	3,56	3,47	5,44	8,47	5,87
Amostra 8	5,61	3,56	3,66	5,78	8,03	5,87
Amostra 9	5,60	3,06	3,66	6,80	8,13	5,87
Amostra 10	5,63	3,06	3,47	5,98	8,47	5,87
Amostra 11	5,60	3,06	3,76	6,40	8,74	5,87
Amostra 12	5,59	3,06	3,56	5,30	8,03	5,87
Amostra 13	5,59	3,06	3,56	6,22	8,20	5,87
Amostra 14	5,60	3,56	3,17	6,58	8,49	5,87
Amostra 15	5,53	3,24	3,24	6,67	8,72	5,87
Amostra 16	5,59	3,56	3,49	5,42	8,34	5,87
Amostra 17	5,61	3,56	3,61	5,78	8,20	5,87
Amostra 18	5,60	3,12	3,65	6,80	8,13	5,87

Média Geral	5,42	3,37	3,58	6,26	8,36	5,87
Desvio Padrão	0,56	0,64	0,15	0,65	1,14	0,00
Coeficiente de variação (%)	10%	19%	4%	10%	1%	0%
Nazaré (15)	3,50	16,40	1,60	19,30	-	Traços
Carvalho et. al. (16)	3,48	10,20	1,12	-	-	-
Da Silva et. al. (17)	3,43	14,06	-	-	11,78	-

Fonte: Os autores

Observando-se as tabelas, percebeu-se que em relação ao valor de pH, a amostra para polpa de bacuri o valor encontrado foi de 5,42, o que é superior aos valores encontrados na literatura por Nazaré (15) foi de 3,50, e por Carvalho et. al. (16) - 3,48 e Da Silva, (16) - 3,43. O teor de sólidos solúveis totais (SST) encontrados foi 3,37°Brix, o que é inferior aos valores encontrados por Nazaré (15), que encontrou 16,40°Brix; por Carvalho et. al. (16) que encontrou 10,20 °Brix; e por Da Silva et. al. (17) que encontrou 14,06 °Brix, esta discrepância pode estar relacionada ao período de maturação dos frutos, além da adição de água durante o processo.

Em relação ao índice de acidez, os valores obtidos por este estudo foram superiores, sendo que Nazaré (15) encontrou em sua pesquisa o valor mínimo de 1,60% de índice de acidez para a polpa de bacuri e Carvalho et.al. (16) que encontrou 1,12%. Para os sólidos totais, encontrou-se o valor de 6,26% em média, estando inferior ao valor encontrado por Nazaré (15) que foi de 19,30%.

Para os açúcares totais, o valor encontrado foi abaixo ao da literatura, sendo que nessa pesquisa obteve-se o valor de 8,36% g/100g e Da Silva et.al. (17) encontrou o valor de 11,78% g/100g. Quanto ao teor de vitamina C, para a polpa de bacuri o valor encontrado foi alto, quando comparado com o pesquisador Nazaré (15), que detectou somente traços.

Vale ressaltar que por não apresentar uma legislação específica para este fruto, os valores encontrados em pesquisas de modo geral, tornam-se referências importantes, pois, para cada região onde o fruto é cultivado possui características específicas e únicas, é o que se chama de efeito sazonal.

CONCLUSÕES

Por meio dos estudos realizados nesta pesquisa com as amostras de polpas de frutas artesanais congeladas dos agronegócios dos municípios de Magalhães de Almeida – MA e Santa Quitéria – MA, foi possível proporcionar aos pequenos produtores, o conhecimento básico de alguns parâmetros físico-químicos essenciais referentes à qualidade destas, que geralmente são observados em rótulos de polpas de frutas industrializadas, podendo assim, garantir um produto final mais confiável aos consumidores, contribuindo também na segurança e crescimento do comércio de polpas de frutas artesanais congeladas dessas regiões do Baixo Parnaíba – MA.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMA – Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão, pelo apoio financeiro para execução deste projeto de pesquisa. A UFMA – Campus São Bernardo, pelo apoio estrutural acadêmico-científico para o desenvolvimento desta pesquisa, Laboratório de Química do Curso de Ciências Naturais.






REFERÊNCIAS

1. Agencia Senado. Municípios do Baixo Parnaíba poderão ser incluídos na região do Semiárido nordestino. Mar. 2018. [acesso em 05 de nov 2021]. Disponível em: <http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2018/03/14/municipios-do-baixo-parnaiba-poderao-ser-incluidos-na-regiao-do-semiarido-nordestino>.
2. Machado VO. Avaliação de parâmetros físico-químicos em polpas de frutas congeladas de cajá (*Spondia smombin*), acerola (*Malpighia emarginata*) e goiaba (*Psidium guajava*) produzidas artesanalmente no município de Magalhães de Almeida - MA: estudo de caso. (Monografia – Graduação) São Bernardo-MA; Universidade Federal do Maranhão, 2017.
3. Pereira JMATK, Oliveira KAM, Soares NFF, Gonçalves MPJC, Pinto CLO, Fontes EAF. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa-MG. Alim. Nutr., Araraquara. out./dez. 2006; v.17, n.4, 437-442.
4. Sebrae: Como montar uma fábrica de polpa de frutas. [acesso em 21 de mar 2019]. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Fruticultura-Como-montar-uma-fabrica-de-polpa-de-frutas.pdf>
5. Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 10 jan. 2000.
6. Dantas RL, Rocha APT, Araújo AS, Rodrigues MSA, Maranhão TKL. Perfil da qualidade de polpas de fruta comercializadas na cidade de Campina Grande/PB. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)- 66 (Número Especial) dezembro de 2010 v.5, n.5, 61.
7. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, São Paulo, 2008.
8. Association of Official Analytical Chemists - AOAC. Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemistry. 15ed. Washington: AOAC, 1992.
9. Oliveira MEB, Bastos MSR, Feitoza T, Branco MAAC, Silva MGG. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. Ciên e Tecnol de Alim, Campinas, 1999. v. 19, n. 3.

10. Temóteo JLM, Gomes EMS, Silva EVL, Correia AGS, Sousa JS, Avaliação de vitamina C, acidez e pH em polpas de acerola, cajá e goiaba de uma marca comercializada em Maceió-Alagoas. In: VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012.
11. Batista AG, Oliveira, BD, Oliveira MA, Guedes TJ, Silva DF, Pinto NAVD. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha. *Tecnol. & Ciênc. Agropec.*, João Pessoa, dez. 2013, v.7, n.4,49-54.
12. Caldas ZTC, Pereira VSS, Machado AV, Dantas LAB, Moraes PLD, Araújo FMMC. Avaliação de qualidade de polpas de frutas comercializadas no Estado do Rio Grande do Norte. 2006. Trabalho apresentado na I Jornada Nacional da Agroindústria, Bananeiras, 2006.
13. Pereira EA, Queiroz AJM, De Figueredo RMF. Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. *Rev Bras de Eng Agri e Amb*, 2002, v. 6, n. 3,526-530.
14. Scalfoni R, Correa MIC. Avaliação da qualidade físico-química em polpa congelada de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*), comercializada na cidade de Vitória- ES. [acesso em 25 de mai 2021].Disponível em: <http://goo.gl/t27uIu>
15. Nazaré RFR. Produtos agroindustriais de bacuri, cupuaçu, graviola e açaí, desenvolvidos pela Embrapa Amazônia Oriental. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.
16. Carvalho JEU, Alves SD, Nascimento WMO, Muller CH. Características físicas e químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis Mart.*) sem sementes. *Revi Bras. de Frut*, 2002. v. 24, n. 2, 573-575.
17. Da Silva VKL, De Figueiredo RW, De Brito ES, Maia GA, De Sousa PHM, De Figueiredo EAT. Estabilidade da polpa do bacuri (*Platonia insignis Mart.*) congelada por 12 meses. *Out 2010. Ciênc e Tecn de Alim _Ciênc. Agrotec.* 34 (5).

Capítulo 7

AVALIAÇÃO DO TEOR DE CARBOIDRATOS, SÓDIO E ACIDEZ EM REFRIGERANTES CONVENCIONAL E DIETÉTICO COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE SOBRAL – CEARÁ

Danilo Andrade de Aragão¹ ; **Paulo Adenes Teixeira Coelho²** ; **Alana Cavalcante dos Santos¹** ; **Wanderléia de Aguiar Policarpo³** ; **Márcia Facundo Aragão^{3*}** 

¹Bacharel em Farmácia, Centro Universitário INTA (UNINTA); ²Discente do curso de Nutrição, Centro Universitário INTA (UNINTA); ³Docente no Centro Universitário INTA (UNINTA) *Autor correspondente (Corresponding author) – Email: marciaaragao23@gmail.com

Resumo: Bebidas carbonatadas são adicionadas de dióxido de carbono, que conferir-lhes características sensoriais particulares. Dentre essas, inclui-se os refrigerantes, definidos como bebida gaseificada, obtida pela dissolução, em água potável, de suco ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcares. Estudos têm relacionado o aumento do consumo de refrigerantes ao subsequente aumento do diabetes e obesidade, além disso, apontam que o alto teor de sódio pode influenciar no aumento da hipertensão arterial. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o teor de carboidratos, sódio e acidez em refrigerantes convencional e dietético. Foram analisados parâmetros químicos, açúcares totais, açúcares redutores em glicose e não redutores em sacarose, cloreto de sódio e o teor de acidez de três diferentes marcas de refrigerantes nos sabores: cola, guaraná e limão. Os resultados obtidos foram analisados utilizando o software SISVAR, e a média comparada pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Dentre os refrigerantes estudados, o que apresentou maior teor de açúcares foi o refrigerante sabor limão convencional. O sabor cola convencional apresentou o maior teor de sódio. Na acidez, todos os refrigerantes estão de acordo com o estabelecido pela legislação. Vale a pena ressaltar que todos os refrigerantes convencionais desta pesquisa apresentaram teor de açúcares totais superior ao informado no rótulo. Pode-se concluir que em relação ao teor de carboidratos é possível afirmar que os refrigerantes dietéticos são mais saudáveis que os convencionais, entretanto, no que diz respeito ao teor de sódio os refrigerantes dietéticos são menos saudáveis que os convencionais.

Palavras-chave: Açúcares; Rotulagem nutricional; Sacarose.

INTRODUÇÃO

Bebidas carbonatadas são adicionadas do gás dióxido de carbono (CO₂), de forma a conferir-lhes características sensoriais particulares (1). Sobre essas bebidas, Barnabé (2) afirma que a adição de CO₂ proporciona vida, refrescância e realça o sabor da bebida, além de proporcionar um alimento mais seguro, tendo em vista que o CO₂ reage com a água formando o ácido carbônico.

Dentre os tipos de bebidas carbonatadas, inclui-se o refrigerante, definido como uma “bebida gaseificada, obtida pela dissolução, em água potável, de suco ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcares” (3).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas – ABIR (4), o consumo per capita do mercado brasileiro de refrigerantes, entre os anos 2010 e 2016, vem sofrendo uma queda de 88,9 para 70 litros por habitante ao ano. Entretanto, o Brasil é o terceiro produtor mundial de refrigerantes, com cerca de 700 empresas e, aproximadamente, 3.500 marcas comercializadas.

O aumento do consumo de refrigerantes tem sido relacionado ao subsequente aumento do diabetes. A obesidade na adolescência tende a persistir na idade adulta e está associada a graves complicações de saúde. Entre os fatores associados ao aumento da obesidade, o consumo de bebidas açucaradas tem sido bastante estudado na literatura internacional, indicando uma associação positiva entre consumo destas bebidas e ganho de peso (5).

Neto e Kislaya (6) afirmaram, em um estudo realizado em Portugal no ano de 2014, que pessoas obesas ou em excesso de peso tendem a consumir mais refrigerantes, sendo elas, em sua maioria, homens solteiros, com idade entre 15 e 24 anos. Além disso, dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), realizada entre 2006 e 2014, mostraram uma evolução na frequência de obesidade de 11,9% para 17,9% (7).

O ambiente obesogênico parece estar amplamente direcionado ao mercado adolescente. Além disso, foi percebido que há uma associação entre a diminuição da tolerância a glicose e elevação da pressão arterial, entre crianças e adolescentes, com estilos de vida pouco saudáveis, tais como dietas hipercalóricas, com excesso de sal, ingestão deficiente de fibras e potássio, falta de atividades físicas e aumento do tempo ocioso sentado em frente da televisão (8).

Dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (9) destacam que até o ano de 2013, havia mais de nove milhões de brasileiros com diabetes. E cerca de 31,2 milhões de pessoas sofriam de hipertensão, com idade de 18 anos ou mais, em todo o território nacional. Devido ao crescente número de obesos e diabéticos, tem-se percebido um aumento na procura por substitutos do açúcar (10).

Devido a estes fatores, o uso de alimentos para fins especiais vem crescendo tanto por pacientes com Diabetes Mellitus como por indivíduos preocupados com a estética do corpo. Por desejarem prolongar sua expectativa de vida com qualidade e saúde, as pessoas estão modificando seus hábitos alimentares. Por esta razão, o consumo e a busca por produtos, light, dietéticos ou zero está em ascensão (11).

As bebidas dietéticas são descritas na Instrução Normativa (IN) N° 30 do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento – MAPA (12), como sendo bebida não alcoólica e hipocalórica, devendo ter o conteúdo de açúcares adicionados normalmente na bebida convencional, inteiramente substituído por edulcorantes

hipocalóricos ou não calóricos, naturais ou artificiais, com teor de açúcares menor que meio grama por cem mililitros da bebida pronta para consumo.

Entretanto, as bebidas dietéticas apresentam teores de sódio significativamente mais elevados quando comparados com as bebidas adoçadas com açúcar. Esse dado é importante, tendo em vista que o consumo elevado de sódio na dieta tem sido correlacionado como uma das causas da hipertensão arterial na população (13, 14).

Diante desse contexto, e considerando o alto consumo de refrigerantes nas diferentes classes sociais e faixas etárias, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o teor de carboidratos, sódio e acidez em refrigerantes dietéticos e convencionais, bem como verificar se as bebidas dietéticas são realmente mais saudáveis e adequadas que as convencionais para serem consumidas pelo público com dietas de restrição ou hipocalórica.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de estudo

Tratou-se de uma pesquisa experimental e explicativa, com abordagem quantitativa, na qual foram analisados parâmetros químicos de três diferentes marcas de refrigerantes consumidas no país.

Amostragem

Foram analisadas 18 amostras de refrigerantes de três distintas marcas, envasados em embalagens metálicas de 220 e 350 mL, as quais foram distribuídas conforme apresentado no Quadro 1. As amostras foram coletadas no comércio varejista de Sobral – CE. Após a coleta, as amostras foram imediatamente transportadas ao Laboratório de Bromatologia do Centro Universitário INTA – UNINTA. O experimento foi realizado no período de fevereiro a abril de 2019.

Quadro 1 – Distribuição das amostras de refrigerantes e suas repetições utilizadas no experimento.

Tipo de refrigerantes	Sabor Limão	Sabor Cola	Sabor Guaraná
Convencional	A1	B1	C1
	A2	B2	C2
	A3	B3	C3
<i>Dietético</i>	A4	B4	C4
	A5	B5	C5
	A6	B6	C6

Análises químicas

As análises realizadas seguiram a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (15).

Teor de açúcares redutores em glicose

Foram pesados 5 gramas da amostra em um béquer de 100 mL e transferidos para um balão volumétrico de 100 mL com auxílio de água. Em seguida, a amostra foi transferida para a bureta. Com auxílio de pipetas de 10 mL, foram adicionados em Erlenmeyer de 250 mL, as soluções de *Fehling* A e B e, logo após, foram adicionados 40 mL de água destilada, com aquecimento até a ebulição. Posteriormente, adicionou-se de forma gotejada, a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, promovendo agitação até que esta solução mude sua coloração de azul a incolor (no fundo do balão deve existir um resíduo vermelho de Cu_2O). O teor de açúcar redutor em glicose foi calculado utilizando a equação abaixo:

$$\frac{100 \times A \times a}{P \times V} = \text{glicídios redutores em glicose, por cento, m/m}$$

Em que:

A = n° de mL da solução de P g da amostra;

a = n° de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de *Fehling*;

P = massa da amostra em g;

V = n° de mL da solução da amostra gasto na titulação.

Teor de açúcares não redutores

Foram pesados aproximadamente 5 g da amostra e, em seguida transferidos para balão volumétrico de 100 mL com auxílio de água. Posteriormente, acidificou-se com ácido clorídrico (cerca de 1 mL) e colocado em banho-maria a $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ por 30 a 45 minutos. A solução depois de fria foi neutralizada com carbonato de sódio anidro ou solução de hidróxido de sódio a 40%, com auxílio de papel indicador. Em seguida, o volume do balão foi completado com água destilada, agitado e deixado por 15 min. A solução contendo a amostra foi filtrada em papel de filtro seco e o filtrado recebido em frasco *Erlenmeyer* de 250 mL. O pH da solução foi verificado adicionado algumas gotas de hidróxido de sódio a 40%. Em seguida foi adicionado ao *Erlenmeyer* de 250 mL, com auxílio de pipeta de 10 mL, cada uma das soluções de *Fehling* A e B e adicionou-se 40 mL de água destilada, colocando para aquecer até a ebulição e, posteriormente realizando a titulação com a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, sob agitação, até que esta solução passasse de azul a incolor (o fundo do balão apresentou um resíduo vermelho de Cu_2O). O cálculo do teor de açúcar não redutor em sacarose foi realizado utilizando a equação abaixo:

$$\left[\frac{100 \times A \times a}{P \times V} - B \right] \times 0,95 = \text{glicídios não redutores em sacarose, por cento, m/m}$$

Onde:

A = nº de mL da solução de P g da amostra;

a = nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de *Fehling*;

P = massa da amostra em g ou nº de g da amostra usado na inversão;

V = nº de mL da solução da amostra gasto em titulação;

B = nº de g de glicose por cento obtido em glicídios redutores, em glicose.

Teor de cloreto de sódio

Foram pesados aproximadamente 5 g da amostra em uma cápsula de porcelana. Amostra foi carbonizada em chapa elétrica. Posteriormente foi incinerada em mufla a 550 °C. Depois de fria, adicionou-se 30 mL de água quente, agitando com bastão de vidro. A solução e as águas de lavagem foram transferidas para o balão volumétrico. Depois de frio, completou-se o volume do balão e agitado. Posteriormente, com auxílio de uma pipeta volumétrica transferiu-se uma alíquota de 10 mL para um frasco *Erlenmeyer* de 125 mL. Foram adicionadas duas gotas da solução de cromato de potássio a 10%, como indicador. A solução foi titulada com nitrato de prata 0,1 Molar, até o surgimento de uma coloração vermelho-tijolo. O teor de cloreto de sódio foi calculado utilizando a seguinte equação:

$$\frac{V \times f \times 0,584}{P} = \text{cloretos, em cloreto de sódio, por cento m/m}$$

Em que:

V = nº de mL da solução de nitrato de prata 0,1 M gasto na titulação;

f = fator da solução de nitrato de prata 0,1 M;

P = nº de g da amostra na alíquota utilizada para a titulação.

Determinação de sódio

O sódio foi determinado pela razão de massa molar, levando em consideração que um mol de cloreto de sódio (NaCl) possui massa de 58 gramas, e que o mesmo contém um mol de sódio (Na), com massa de 23 gramas.

Determinação de acidez

Foram pipetados 10 mL da amostra em um *Erlenmeyer* e adicionado 100 mL de água e três gotas de Fenolftaleína. Calculou-se teor de acidez de acordo com a equação abaixo:

$$\frac{V \times f \times M \times 100}{A} = \text{acidez em solução molar por 100 mL ou 100 g}$$

Em que:

V = volume gasto de hidróxido de sódio 0,1 M;

f = fator de correção do hidróxido de sódio 0,1 M;

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio 0,1 m;

A = volume da amostra em mL ou massa em g.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados utilizando o software SISVAR versão 5.6 gratuita (16) e a média comparada entre si pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de açúcares presentes nos refrigerantes

Os resultados obtidos com as análises com o teor de açúcares redutores em glicose e não redutores em sacarose estão expostos na Tabela 1, e como pode ser observado, dois (Sabor limão e Cola) dos três sabores de refrigerantes convencionais analisados apresentam o dobro do percentual de açúcares redutores quando comparados aos açúcares não redutores. Sendo que o terceiro sabor (Guaraná convencional), não foi detectado açúcares não redutores. Vale a pena ressaltar que todos os refrigerantes convencionais desta pesquisa apresentaram teor de açúcares totais superior ao informado no rótulo.

Tabela 1 – Teor de açúcares redutores e não redutores presentes nos refrigerantes convencional e dietéticos nos sabores limão, cola e guaraná estudados e as informações que constam nos rótulos

Sabores das amostras	% de açúcares redutores em glicose	% de açúcares não redutores em sacarose	% de açúcares totais	% de açúcares totais informados no rótulo
Limão convencional	22,34 ^b ± 3,98*	5,27 ^b ± 4,94*	27,61 ^c ± 4,40*	10,28
Limão dietética	ND	ND	ND	10,45
Cola convencional	13,67 ^a ± 0,63*	6,76 ^b ± 2,16*	20,43 ^b ± 1,72*	10,57
Cola dietética	ND	ND	ND	0,0
Guaraná convencional	15,00 ^a ± 4,05*	ND	15,00 ^a ± 4,05*	10,28
Guaraná dietético	ND	ND	ND	0,0

Média com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa $P < 0,05$. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa para $P < 0,05$. ND = Não detectado.

* Desvio padrão da média.

A diferença no teor de açúcar entre os refrigerantes estudados pode ser explicada pelo fato das indústrias de refrigerantes utilizarem diferentes tipos de açúcares na formulação dos refrigerantes, fato comprovado por Santos, Gemmer, Oliveira, (17) em sua pesquisa sobre o teor de açúcares redutores e não redutores em refrigerantes, que encontraram valores 4,74%, 5,95% e 10,69% de açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais, respectivamente para o refrigerante sabor cola convencional, para o refrigerante sabor guaraná convencional os autores reportaram teores de açúcares

reduzidos, açúcares não reduzidos e açúcares totais de 0,33%, 8,44% e 8,77%, respectivamente, valores divergentes dos encontrados neste estudo. Ainda segundo Santos, Gemmer, Oliveira, (17) não foi quantificado teor de açúcares reduzidos, não reduzidos e totais para os refrigerantes dietéticos sabores cola e guaraná, resultados semelhantes ao presente estudo.

Cabe ressaltar que os refrigerantes Cola e Guaraná convencionais são estatisticamente iguais, ao se analisar presença de açúcares reduzidos. Os sabores Limão e Cola convencionais também podem ser consideradas estatisticamente iguais, quando se trata da quantidade presente de açúcares não reduzidos.

Não foram detectados açúcares reduzidos e não reduzidos em nenhuma das três marcas dos refrigerantes dietéticos analisados, o que já era esperado, pois esses são adoçados com edulcorantes e não com açúcares, conforme lista de ingredientes presente no rótulo dos produtos.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS (18), o consumo excessivo de açúcar está relacionado ao aumento de peso e obesidade, assim como o surgimento de doenças como o diabetes, o que pode inclusive acarretar em outras comorbidades. As novas diretrizes recomendam a redução na ingestão diária de açúcar de 10% para 5% da dieta.

O uso abusivo dos refrigerantes pode estar associado com o aumento da obesidade e suas consequências, como diabetes. Apesar de não ser um produto proibido por lei, alguns órgãos de saúde aconselham uma redução de pelo menos um terço no seu consumo, a fim de manter um padrão de alimentação mais saudável, principalmente em indivíduos com dietas de restrição calórica (19).

Teor de cloreto de sódio (NaCl) e sódio (Na) presentes nos refrigerantes

Com relação à quantidade presente de NaCl e Na nas amostras analisadas e conforme exposto na Tabela 2, a Cola convencional e dietética apresentou os maiores valores em percentual. Sendo que o sabor Limão e o Guaraná (convencional e dietética) foram considerados estatisticamente iguais em quantidade presente tanto em cloreto de sódio, como em sódio de forma isolada.

Tabela 2 – Teor de cloreto de sódio (NaCl), sódio (Na) nos refrigerantes convencional e dietéticos nos sabores limão, cola e guaraná estudados e a quantidade de sódio declarada nos rótulos dos refrigerantes estudados

Sabores das amostras	% NaCl	% Na	% Na informado no rótulo
Limão convencional	0,128 ^a ± 0,03*	0,050 ^a ± 0,15*	0,007
Limão dietética	0,256 ^b ± 0,07*	0,101 ^b ± 0,03*	0,007
Cola convencional	0,538 ^c ± 0,09*	0,212 ^c ± 0,39*	0,005
Cola dietética	0,450 ^c ± 0,06*	0,178 ^c ± 0,27*	0,014
Guaraná convencional	0,218 ^{ab} ± 0,06*	0,086 ^{ab} ± 0,27*	0,007
Guaraná dietético	0,231 ^b ± 0,0006*	0,091 ^b ± 1,47*	0,016

Média com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa $P < 0,05$. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa para $P < 0,05$. ND = Não detectado.

* Desvio padrão da média.

A OMS (20) determina que o consumo diário de sal (cloreto de sódio) seja em torno de cinco gramas por dia, o que corresponde a dois gramas de sódio, sendo esses valores para uma dieta de 2.000 Kcal diária. Entretanto, a RDC de nº 360, de 23 de dezembro de 2003, que regulamenta os critérios para rotulagem de produtos afirma que pode existir uma tolerância de 20% para mais e para menos nos valores declarados dos nutrientes no rótulo (21).

Pôde-se observar que os refrigerantes sabores limão e guaraná (convencional e dietético), apresentaram valores de sódio dentro dos limites aceitáveis pela OMS. Entretanto, o sabor cola (convencional e dietético) apresentou valor de sódio acima do limite de 20% estabelecido pela RDC de nº 360, de 2003. O que significa que a ingestão de uma porção de 350 mL (capacidade da embalagem) do mesmo, ultrapassaria o limite diário sódio.

Quando consumido em excesso o sódio pode ocasionar o surgimento de problemas cardiovasculares e principalmente o aumento da pressão arterial. Visando impedir ou retardar o surgimento destas enfermidades, viu-se a necessidade de se ter um controle na sua ingestão (22).

Apesar dos resultados encontrados nesta pesquisa, em sua grande maioria, estarem dentro dos limites aceitáveis pela OMS, é importante o controle na ingestão excessiva de sódio. Para Cruz, Ameida, Pinto, Both (23) o NaCl presente nos refrigerantes dietéticos contribui significativamente no aumento da pressão arterial. Fialho, Reis, Oliveira, Franco, Santos (24), reportaram a importância do Estado e órgãos de ensino, como escolas, na conscientização da população sobre os riscos à saúde ocasionados pelo uso abusivo de refrigerantes.

Percentual de acidez presente nos refrigerantes

Os teores de acidez dos refrigerantes diferiram entre si, com exceção do sabor cola. O sabor Limão dietético e convencional apresentou os maiores valores, seguido do Guaraná convencional, Cola convencional e dietética, e Guaraná dietético apresentando o menor teor de acidez (Tabela 3).

Tabela 6 – Teor de acidez presentes nos refrigerantes convencional e dietéticos nos sabores limão, cola e guaraná estudados

Sabores das amostras	% acidez
Limão convencional	5,24 ^c ± 0,38*
Limão dietética	6,81 ^d ± 0,37*
Cola convencional	0,44 ^a ± 0,05*
Cola dietética	0,41 ^a ± 0,06*
Guaraná convencional	1,93 ^b ± 0,18*

Guaraná dietético

0,31^a ± 0,03*

Média com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa $P < 0,05$. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa para $P < 0,05$. ND = Não detectado.

* Desvio padrão da média.

Oliveira (25), afirma que a acidez nos refrigerantes tem por intuito além de realçar o sabor, regular o teor de açúcares, atuar como conservante e antioxidante, além impedir o desenvolvimento de microrganismos. Fato que justifica os maiores teores de acidez nos refrigerantes limão, uma vez que a limão convencional apresentou o maior teor de açúcares.

Dos resultados obtidos para o teor de acidez dos três sabores de refrigerantes analisados, a maioria diferiu estatisticamente entre si, com exceção do guaraná dietético e cola convencional e dietética, os quais são estatisticamente iguais

De acordo com a Portaria nº. 544, de 16 de novembro de 1998 do MAPA (26), que regulamenta os padrões de identidade e qualidade para refrigerantes, não há um valor limite para acidez deste produto. Entretanto, é estabelecido um valor mínimo da acidez titulável, sendo para refrigerante sabor limão de 0,125g para 100 mL, sabor cola 0,065 g para 100 mL e sabor guaraná 0,1 g para 100 mL. Desta forma todos os refrigerantes estudados estão de acordo com a legislação vigente.

Contudo, o consumo em excesso de refrigerantes pode trazer risco à saúde do indivíduo. Cruz (27) afirmam que o ácido fosfórico presente nos refrigerantes do tipo cola, pode sequestrar cálcio do organismo, causando um caso de osteoporose. Por esse motivo é aconselhado fazer uma ingestão moderada de tal bebida.

CONCLUSÕES

Não foi detectada a presença de açúcares nos refrigerantes dietéticos, o que confirma a informação do fabricante presente no rótulo. Entretanto, um dos sabores analisados apresentou teor de sódio superior ao que é determinado pela OMS no consumo diário. Apesar da variação no teor de acidez nos três sabores analisados, os mesmos encontram-se dentro dos limites aceitáveis.

Pode-se concluir que em relação ao teor de carboidratos é possível afirmar que os refrigerantes dietéticos são mais saudáveis que os convencionais, entretanto, no que diz respeito ao teor de sódio os refrigerantes dietéticos são menos saudáveis que os convencionais. Sendo assim, essas bebidas precisam ser consumidas com moderação, ou seja, não é recomendado que façam parte do plano alimentar de forma rotineiramente.

Por esse motivo, faz-se necessário à existência de políticas públicas que venham a informar e conscientizar a população sobre os riscos que envolvem o consumo excessivo de bebidas açucaradas, ou com teor elevados de sódio. As escolas (públicas e privadas) também tem um papel importante nesta educação, visto que boa parte dos consumidores são crianças e adolescentes. Desta forma, deve promover uma alimentação mais saudável e garantido uma melhor qualidade de vida a sociedade.

REFERÊNCIAS

1. Néry A, Garcês A, Vales S. O gás que bebemos... O dióxido de carbono em bebidas carbonatadas. Soc Portuguesa de Quí [Internet]. 2013[acesso em 2022

- mai 19]; 130: 59-60. Disponível em:
<https://www.spq.pt/magazines/BSPQuimica/661/pdf>.
2. Barnabé D. Refrigerantes de acerola produzidos a partir de suco desidratado e extrato seco da fruta: análise química, sensorial e econômica [Dissertação] [Internet]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP; 2003. [acesso em 2022 mai 19]. Disponível em:
<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90548>.
 3. Brasil. Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União. 1997 set 4 [acesso em 2022 mai 19]. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2314.htm#:~:text=D2314&text=DECRETO%20No%202.314%2C%20DE%204%20DE%20SETEMBRO%20DE%201997.&text=Regulamenta%20a%20Lei%20n%C2%BA%208.918,que%20lhe%20confere%20o%20art..
 4. Associação Brasileira das Industrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas – ABIR. Consumo per capita do mercado brasileiro de refrigerantes dos anos de 2010 a 2016 [Internet]. 2018 [acesso em 2022 mai 19]. Disponível em:
<https://abir.org.br/o-setor/dados/refrigerantes/>.
 5. Nogueira FDAM, Sichieri R. Associação entre consumo de refrigerantes, sucos e leite, com o índice de massa corporal em escolares da rede pública de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Cad Saú Púb [Internet]. 2009 [Acesso em 2022 mai 19]; 25(12): 2715-2724. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/csp/a/zgw5LcKdqRcy3GL3sNYrLmk/?format=pdf&lang=pt>.
 6. Neto M, Kislaya I. Consumo de refrigerantes nas refeições principais em Portugal: dados do Inquérito Nacional de Saúde 2014. Boletim Epidemiológico Observações [Internet]. 2018 [Acesso em 2022 de mai 19]; 6(20): 17-21. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/154161745.pdf>.
 7. Brasil. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis - DCNT no Brasil 2011-2022. Ministério da Saúde [Internet]. 2011 [acesso em 2022 mai 20]. Disponível em:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_acoes_enfrent_dcnt_2011.pdf.
 8. Crzechota T. Ingestão de bebidas gaseificadas ricas em sódio por adolescentes [Dissertação] [Internet]. Rio Grande do Sul: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2014 [acesso em 2022 mai 20]. Disponível em:
<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/2584>.

9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Cuide do coração: hipertensão arterial afetava 31,3 milhões de brasileiros em 2013 [Internet]. Agência IBGE notícias, 2017 [acesso em 2022 mai 20] Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/15648-cuide-do-coracao-hipertensao-arterial-afetava-31-3-milhoes-de-brasileiros-em-2013>.
10. Rossoni E, Graebin LB, Moura RP. Adoçantes presentes na formulação de refrigerantes, sucos e chás *diet* e *light*. [Internet]. Porto Alegre: Rev Fac Odo P A; 2007 [acesso em 2022 mai 20]; 481/3: 5-11, 2007. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/22798>.
11. Figueiredo MS, Kerbauy JEC, LOURENÇO D M. Guias de medicina ambulatorial e hospitalar da UNIFESP-EPM. São Paulo, 2011.
12. Brasil. Instrução normativa nº 30, 27 de setembro de 1999. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para a bebida dietética e a de baixa caloria. Diário Oficial da União. 1999 set 27 [acesso 2022 mai 20]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-30-de-27-de-setembro-de-1999.pdf>.
13. Ferrari CC, Soares LMV. Concentrações de sódio em bebidas carbonatadas nacionais. Food Science and Technology [Internet]. 2003 [acesso em 2022 mai 20]; 23(3): 414-417. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/pk8GWSLwDVxJ8DNxg6CVrJJ/?format=pdf&lang=pt>.
14. Malinowski M, dos Santos MV. Determinação de sódio em amostras de refrigerantes e águas minerais por espectrometria de emissão atômica. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão [Internet]. 2017 [acesso em 2022 mai 20]; 9(2). Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/98127>.
15. Zenebon O, Pascuet NS, Tiglea P. Procedimentos e determinações gerais. Métodos físico-químicos para análise de alimentos [Internet]. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2004. [acesso em 2022 mai 21]; 4: 125-130. Disponível em: <https://manualzz.com/doc/5955808/ial#p659>.
16. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e agrotecnologia [Internet]. 2011. [acesso em 2022 de mai 21]; 35: 1039-1042. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh>.
17. dos Santos GL, Gemmer RE, Oliveira EC. Análise de açúcares totais, redutores e não-redutores em refrigerantes pelo método titulométrico de *Eynon-Lane*. Revista Destaques Acadêmicos [Internet]. 2016 [acesso em 2022 mai 21]; 8(4). Disponível em: <http://univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/1222>.

18. Organização Mundial de Saúde. OMS pede aos países para reduzir a ingestão de açúcar em adultos e crianças. OMS [Internet]. 2019. [acesso em 2022 mai 21]. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2015/03/1503651-oms-quer-reducao-do-consumo-de-acucar-livre-para-menos-de-10#:~:text=Um%20novo%20guia%20da%20Organiza%C3%A7%C3%A3o,popula%C3%A7%C3%A3o%20ter%C3%A1%20benef%C3%ADcios%20de%20sa%C3%BAde>.
19. Rombaldi AJ, Neutzling MB, da Silva MC, Azevedo MR, Hallal PC. Fatores associados ao consumo regular de refrigerante não dietético em adultos de Pelotas, RS. Revista de Saúde Pública [Internet] 2011 [acesso em 2022 mai 20]; 45(2): 382-390. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/rsp/v45n2/1664.pdf>.
20. Organização Mundial de Saúde. Novos parâmetros de referência da OMS ajudam países a reduzir a ingestão de sal e salvar vidas. OMS [Internet]. 2021. [acesso em 2022 mai 21]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/5-5-2021-novos-parametros-referencia-da-oms-ajudam-paises-reduzir-ingestao-sal-e-salvar>.
21. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 [Internet]. Diário Oficial da União nº 251. 2003 dez. 26 [acesso em 2022 mai 22]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-360-de-23-de-dezembro-de-2003.pdf>.
22. Nunes SF, Freire SM, Branco MMC Figueiredo IV. The sodium prevalence in carbonated soft drinks sold in Brazil. Rev Eletrô de Ges e Saúde [Internet]. 2013 [acesso em 2022 mai 22]; (1): 2016-2022. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5557316>.
23. Cruz BMB, Ameida RAA, Pinto GS, Both L. Os aditivos em refrigerantes e seus efeitos sobre a saúde [Anais] [Internet]. 52º Congresso Brasileiro de Química, 2012 out 14, Recife PE. Associação Brasileira de Química, 2012. [acesso em 2022 de mai 22]. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/10/1096-14516.html>.
24. Fialho ML, Reis KP, Oliveira RD, Franco MV, Santos HL. Fatores de riscos à saúde por ingestão excessiva de refrigerantes e as suas principais doenças causadas ao ser humano. Intraciência [Internet]. 2019 [acesso em 2022 de mai 22]; (17): 1-17. Disponível em: http://www.uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20190312104438.pdf.
25. Oliveira ED. Controle de qualidade em refrigerante [Monografia] [Internet]. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas; 2007. [acesso em 2022 mai 22]. Disponível em: http://www.uel.br/pos/engproducao/arquivos/Eduardo_Oliveira.pdf.

26. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Gabinete do Ministro. Portaria N° 544, de 16 de novembro de 1998. Aprova os regulamentos para fixação dos padrões de identidade e qualidade, para refresco, refrigerantes, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para consumo. [Internet]. Diário Oficial da União. 1998 nov 16 [acesso em 2022 mai 22]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/portaria-no-544-de-16-de-novembro-de-1998.doc/view>.
27. Cruz GFB. Fabricação de refrigerantes. Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro [Internet]. 2012 [acesso em 2022 mai 22]. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc2NTQ=>.



CIÊNCIA SENSORIAL E ESTUDOS DE CONSUMO

Capítulo 8

FISIOLOGIA SENSORIAL E AS ALTERAÇÕES NO OLFATO E NO PALADAR DECORRENTES DA COVID-19

Vanessa Caroline de Oliveira *¹

¹Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFV

*Autor correspondente – Email: vanessa.c.oliveira@ufv.br

Resumo: Com a pandemia causada pelo coronavírus, indivíduos contaminados pelo vírus apresentaram sintomas como perda de paladar (anosmia e hiposmia) e olfato (disosmia e fantosmia) logo no início. Esses sintomas relatados foram determinantes para os diagnósticos de COVID-19. O objetivo desta revisão foi apresentar brevemente os aspectos da fisiologia sensorial e como a infecção por COVID-19 alterou o olfato e o paladar dos infectados e seu impacto na saúde. A interação do novo coronavírus com os receptores ACE-2 expressos nas células sustentaculares e papilas gustativas resulta em danos diretos aos sistemas olfativo e gustativo. Além disso, a invasão do vírus aos neurônios olfatórios e sua inflamação são outros mecanismos de infecção do vírus. A indústria alimentícia terá que se adaptar a essa nova demanda de indivíduos com COVID-19 longa e a apresentam alterações no paladar e olfato após meses da infecção. Terá que recriar a textura sensorial em pacientes diagnosticados com anosmia e ageusia como a utilização de grãos mais duros, a fabricação de novos salgadinhos mais crocantes. A adição de especiarias e sabores fortes (canela, gengibre, baunilha, pimenta, etc.) também irá aumentar a experiência alimentar desses indivíduos. Conclui-se que distúrbio do olfato e paladar foram frequentes e aparecerem precocemente na COVID-19. As alterações do sistema quimiossensoriais ocasionalmente persistem após a cura de outros sintomas. Apesar de ter alguns estudos, ainda se torna necessário um esforço para tratamento específico dessa patologia devido ao COVID-19.

Palavras-chave: Anosmia; COVID-19; Disosmia; Fisiologia sensorial; Hiposmia.

INTRODUÇÃO

A COVID-19 é causada pelo coronavírus sendo associada à síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2), e foi notificada pela primeira vez na China em dezembro de 2019. Os primeiros sintomas analisados pelos médicos nos pacientes foram tosse, dores musculares, febre e falta de ar (1).

Pesquisas demonstraram que o novo coronavírus pode afetar o sistema nervoso central através do bulbo olfativo. À medida que o vírus foi se espalhando, um sintoma incomum começou a ser diagnosticado em um número considerável de pacientes: disfunção do olfato e paladar (2).

Foram observados uma relativa porcentagem de pacientes infectados na Coreia do Sul, Itália e China que desenvolveram, anosmia (perda do olfato) ou hiposmia (perda parcial do olfato) (1). Um estudo realizado no Brasil com 253 pacientes recuperados da COVID-19, 212 apresentaram anosmia de início súbito e 196 apresentaram perda de olfato juntamente com outros sintomas inflamatórios não específicos (2).

A maioria dos indivíduos infectados pelo vírus da COVID-19 se recuperam totalmente em algumas semanas, mas algumas dessas pessoas apresentam vários sintomas que persistem e são prolongados, nominalmente conhecidos como síndrome pós-COVID-19 ou COVID-19 longo, após a fase de cura da doença aguda (3,4). Os sintomas da COVID longa incluem tosse, febre, fadiga, dor no peito, dores musculares, depressão e outros. O comprometimento do paladar também é muito relatado entre estes sintomas (5). Uma pesquisa realizada somente com perguntas, após 6 meses depois da infecção por COVID, indivíduos relataram que a perda de paladar ou olfato era o segundo sintoma persistente mais observado após a fadiga (3).

O objetivo desta revisão foi apresentar brevemente os aspectos da fisiologia sensorial e como a infecção por COVID-19 alterou o olfato e o paladar dos infectados e seu impacto na saúde.

ASPECTOS DA FISIOLOGIA SENSORIAL

O sentido do olfato é estimulado pela energia química detectando os compostos voláteis. O olfato resulta da interação dos quimiorreceptores expressos nos neurônios sensoriais olfativos. No topo da cavidade nasal se encontra os neurônios olfativos e são cercados por células de suporte (células microvilosas, sustentaculares, glândulas de Bowman que são secretoras de muco e células tronco). Quando os neurônios sensoriais olfatórios são ativados, o estímulo é conduzido ao bulbo olfatório representado na Figura 1, e posteriormente à amígdala, ao hipocampo e ao córtex olfatório (6). A partir da curta conexão com o cérebro, há numerosas conexões com diferentes zonas, que podem esclarecer o poder do olfato para lembrar memórias e estimular emoções (7). Qualquer alteração em algum ponto dessa via pode levar a alguns distúrbios olfativos, pois os receptores olfativos apresentam uma alta sensibilidade.

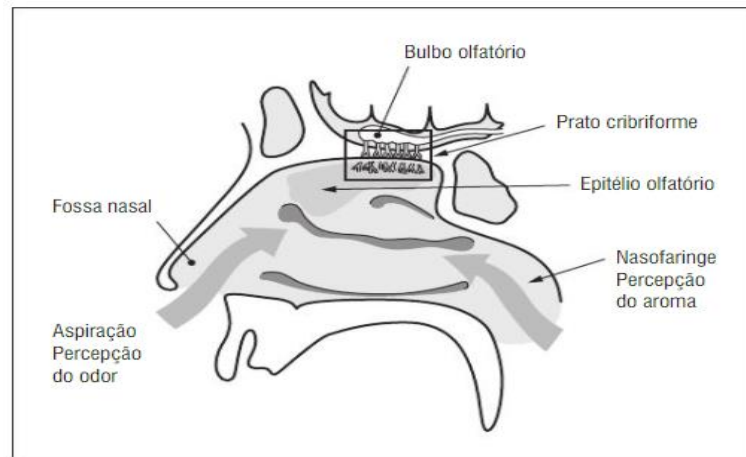


Figura 1 – Anatomia da cavidade nasal

Fonte: (8).

A língua contém milhares de células receptoras (aproximadamente 3.000 papilas gustativas) que estão localizadas na parte frontal, lateral e no fim da língua, e também em menor quantidade no palato, bochechas e esôfago de acordo com a Figura 2. São responsáveis pela percepção do gosto. As células receptoras dos gostos são responsáveis pela transdução do gosto, que espalham neurotransmissores através de sinapse, e criam um sinal nervoso (9,7). O sentido do paladar reconhece as cinco modalidades: doce, amargo, salgado, azedo e umami (10).

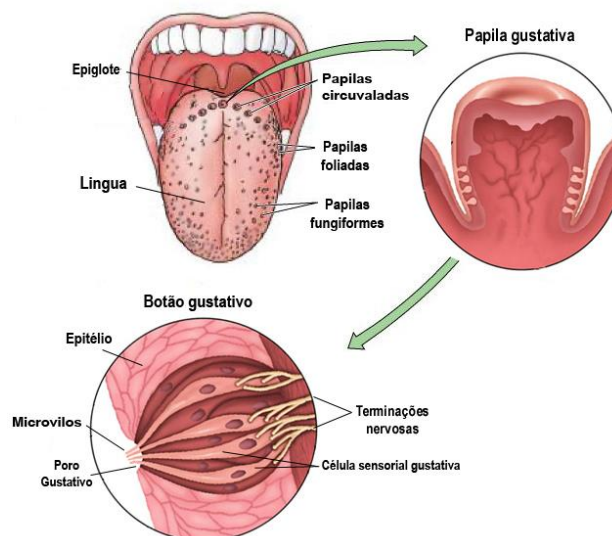


Figura 2 – Anatomia do paladar

Fonte: (11).

ALTERAÇÕES NO OLFATO E NO PALADAR DEVIDO A INFECÇÃO POR COVID-19

A qualidade de vida, a nutrição e a segurança alimentar do indivíduo podem ser afetadas pela perda do olfato e paladar (12). As alterações sensoriais podem ocasionar a diminuição do apetite e conseqüentemente a ingestão de nutrientes considerados essenciais para uma ótima recuperação do COVID-19, acarretando a desnutrição, perda de peso e ingestão excessiva de açúcar ou sal (13,14).

Com a infecção por COVID-19, pacientes relatam que os sintomas são especificamente uma perda ou uma diminuição do paladar (ageusia e hipogeusia) e do olfato (anosmia e hiposmia). Foram observadas alterações na sensibilidade química da mucosa, e algumas variações na qualidade da percepção quimiossensorial (parosmia e fantosmia) (15).

Outra disfunção relacionada ao COVID-19 e ao paladar é a xerostomia (boca seca), que é prevalente em aproximadamente metade dos pacientes diagnosticados com o vírus (16, 17).

Outro sintoma também relatado como distúrbio olfativo, é a disosmia, uma distorção da percepção olfativa (por exemplo, parosmia e cacosmia) ou detecção de cheiros que não estão presentes no ambiente (fantosmia ou alucinações olfativas) (16, 18). Esses sintomas relatados pelos infectados, são uma exacerbação da resposta inflamatória na cavidade nasal, em relação ao olfato, que impede temporariamente que o cheiro chegue aos receptores neuronais olfativos (14).

O potencial neuro invasivo de outros coronavírus, já era conhecido tempos atrás segundo (19). Esse fato levou à especulação de que a anosmia, relacionada ao COVID-19, poderia causar uma infecção direta, morte e lesão de células neuronais (20).

Quando o SARS-CoV-2 infecta diretamente as células, ele requer uma ligação a um receptor celular de superfície para a proteína spike, que é uma proteína da enzima conversora de angiotensina (ACE-2) e também ação proteolítica das proteases do hospedeiro TMPRSS2 (21,22). A infecção viral dos pericitos vasculares (expressam ACE-2), e/ou o dano vascular na mucosa olfatória e também no bulbo olfatório foram relacionados com uma possível causa do comprometimento olfatório.

Na Figura 3, está representado a origem à anosmia por diferentes mecanismos a partir da infecção por SARS-CoV-2. Os distúrbios olfativos da covid podem ser de duas maneiras: 1) Infecção e lesão das células de sustentação do epitélio olfativo, o que pode levar a inflamação e alteração na homeostase local. 2) Infecção ou danos imediatos nas células endoteliais e pericitos vasculares levando a inflamação. Nos dois casos, o recrutamento de células inflamatórias, a liberação de citocinas (acelerando o processo inflamatório para lidar com infecções e também para iniciar o processo de cicatrização) e a geração de compostos neurotóxicos podem influenciar na sinalização neuronal, na obstrução da fenda olfativa e também as células neuronais podem sofrer infecção (15).

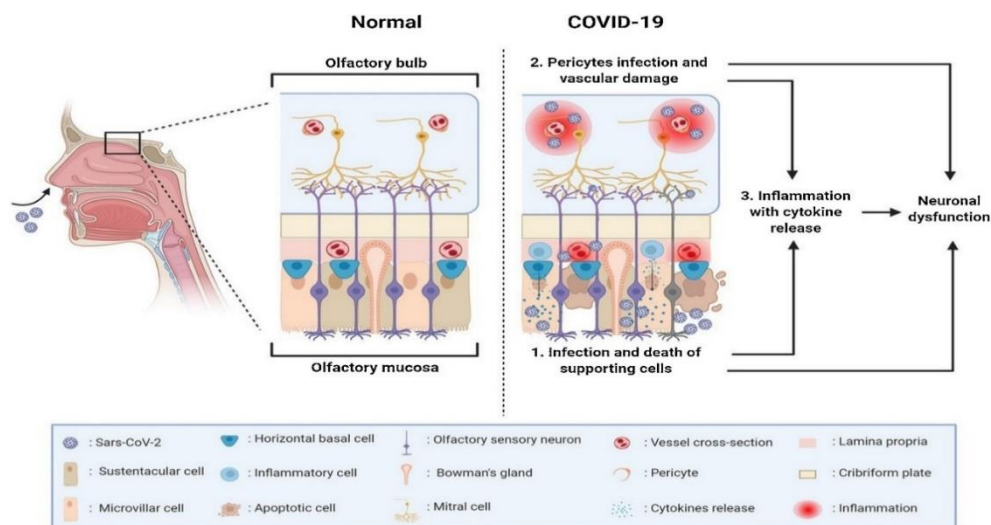


Figura 3 – Possível patogênese dos distúrbios olfatórios causados pela infecção da COVID-19.

Fonte: (23,24)

A percepção do paladar também está ligada à ação metabólica de peptidases (ACE-2 e APN, amino e carboxipeptidases respectivamente (25,26). Segundo (27), APN e ACE-2 realizam a clivagem proteolítica das proteínas, formando diferentes aminoácidos relacionados aos sabores (por exemplo, glutamato tem sabor umami e l-aminoácidos que desencadeiam sabor amargo).

Quando o SARS-CoV-2 se liga ao ACE-2 e entra na célula, ele causa: 1) disponibilidade reduzida de ACE-2 na membrana celular, 2) inativação de receptores gustativos. Resumindo: a incorporação do receptor ACE-2 pela infecção do coronavírus nas papilas gustativas leva à perda do paladar (26). Segundo (27), o APN também é expresso na língua e está relacionado a transdução do paladar.

Na Figura 4 está representado o mecanismo hipotético de entrada de células SARS-CoV-2 na papila gustativa e na glândula salivar respectivamente.

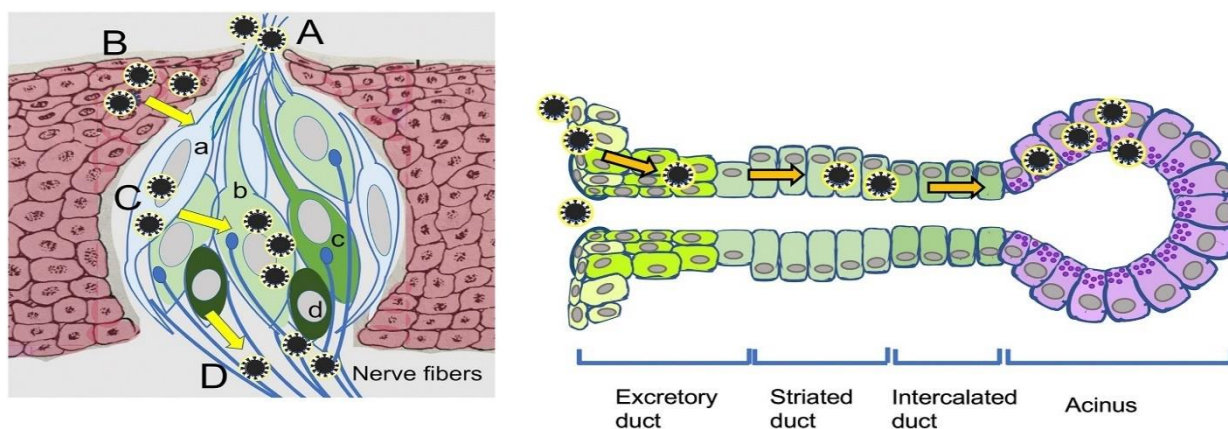


Figura 4- Mecanismo hipotético de entrada de células SARS-CoV-2 na papila gustativa e na glândula salivar.

*A imagem a esquerda se refere ao paladar. A) as microvilosidades das células sensoriais do paladar permitem a entrada do vírus SARS-CoV-2 nas células. B) Células gustativas que não expressam ACE-2 são infectadas por células vizinhas positivas para ACE-2. C) O vírus SARS-CoV-2 entra diretamente nas células receptoras de sabor através da expressão TMPRSS2 e ACE-2 na superfície celular. D) O SARS-CoV-2 pode invadir a interface neural-mucosa através das estruturas regionais nervosas. (a), célula Tipo I; (b), célula Tipo II; (c), célula Tipo III; (d) células basais. A imagem a direita se refere a glândula salivar. O vírus primeiramente entra nas células epiteliais perto do orifício ducto salivar e/ou recobrimdo os ductos das glândulas salivares. As células secretoras em ácinos (conjunto de *células* que se assemelha a muitos lóbulos tipo bagos) são normalmente infectadas com o vírus.

Fonte: (5).

Os distúrbios do paladar e do olfato são explorados de maneira conjunta, devido as suas interações olfativo-gustativas que desencadeiam a percepção multissensorial do sabor. No estudo (18) que investigou as percepções quimiossensoriais, 60% dos pacientes apresentaram uma diminuição ou mais variedades específicas no sabor, na maioria das vezes a relação com sabor salgado.

Em relação ao tempo de recuperação do paladar em indivíduos infectados, ele é aparentemente curto. Muitos pacientes relatam que esses distúrbios do comprometimento do paladar são os sintomas iniciais da COVID-19 e normalmente acompanhados de distúrbios do olfato (15). Segundo (15), as células gustativas danificadas têm a tendência a se recuperar rapidamente (as células-tronco gustativas podem não ser completamente destruídas) e que o dano subsequente às células receptoras do paladar é reparável.

A recuperação do olfato, especificamente a anosmia, depende da área e que o vírus afetou, e pode resultar em sintomas persistentes. O tecido epitelial se recupera mais rapidamente que os neurônios olfativos por exemplo. A partir desse fato, a regeneração do axônio (localizado na extremidade do receptor olfativo) seria necessário para fazer as sinapses efetivas com o bulbo olfatório, o que segundo (14), pode levar meses ou anos.

DETERIORAÇÃO DO PALADAR E OLFATO DE LONGA DURAÇÃO

Os distúrbios do olfato e do paladar pós-virais podem influenciar gravemente a qualidade de vida dos indivíduos infectados (28). Uma pesquisa de acompanhamento de dois meses com 150 indivíduos, e 10% desse total observados relataram que não se recuperaram do distúrbio de olfato e paladar (29). Um estudo foi realizado durante 6 meses em 320 indivíduos infectados e 11% não mostraram nenhuma recuperação, e apenas a recuperação parcial estava presente em 30% dos casos (30).

Na COVID-19, é interessante que para esses sistemas quimiossensoriais, olfato e paladar, as suas alterações ocorrem simultaneamente. Os sintomas de longa duração relatados são igualmente para ambos os distúrbios. As características neurotrópicas e neuroinvasivas do vírus SARS-CoV-2 são relevantes para as sequelas no olfato e paladar. (5). O colapso inflamatório do aparelho receptor gustativo é importante para o atraso na recuperação ou deficiência permanente.

TRATAMENTOS PARA DISTÚRBIOS DO PALADAR E OLFATO

Após o COVID-19, os distúrbios de paladar e olfato podem persistir normalmente chamados de COVID longa. Algumas soluções para melhorar a qualidade de vida desses pacientes são propostas por pesquisadores. Pesquisadores (31,32) propuseram para indivíduos com anosmia e parosmia o treinamento olfativo, que compreende cheirar repetidamente os mesmos aromas para treinar o cérebro e também induzir a capacidade de identificar os odores.

Ainda existem poucas alternativas para os tratamentos dos distúrbios de olfato e paladar. Corticosteróides orais e tópicos, inibidores da fosfodiesterase, tampões de cálcio nasais, citrato de sódio nasal, vitamina A nasal e agente antiinflamatórios, que podem atuar e formar novos neurônios olfatórios, e também a regeneração nervosa (33,34) É preciso argumentar que ainda há poucas evidências que com o uso rotineiro sob a qualidade do tratamento.

É importante também recriar a textura sensorial em pacientes que são diagnosticados com anosmia e ageusia. Alimentos que podem oferecer sabor e a mastigação prolongada podem estimular e tornar a alimentação mais prazerosa. Então investir em alimentos com texturas mais sólidas e crocantes que estimulem o nervo trigêmeo durante a ingestão podem aumentar o apetite (35,13). Morrison (2021) e Zhang (2021) sugerem que

Grãos, cereais, salgadinhos crocantes e vegetais duros são boas opções para os indivíduos que apresentam essas patologias (36,37). Embora ainda não tenha tanta discussão e propostas pela indústria alimentar voltadas para pacientes com esses distúrbios, o setor alimentício deve se adaptar e criar novos produtos com sabores fortes (gengibre, pimenta, wasabi e outros) (35;37). Especiarias também podem adicionar complexidade à experiência alimentar (canela, baunilha, pimenta entre outros) (38,36).

CONCLUSÕES

Conclui-se que distúrbio do olfato e paladar foram frequentes e aparecerem precocemente na COVID-19. Sua detecção foi muito útil para os diagnósticos de COVID-19. As alterações do sistema quimiossensoriais ocasionalmente persistem após a cura de outros sintomas. Apesar de ter alguns estudos, ainda se torna necessário um esforço para tratamento específico dessa patologia devido ao COVID-19.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

1. Jotz GP, Voegels RL, Bento RF. Otorhinolaryngologists and Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *International Archives of Otorhinolaryngology*. 2020;24:e125-e128, 2020.

2. Kosugi EM, Lavinsky J, Romano FR, Fornazieri, MA, Luz-Matsunomoto GR, Lessa MM, et al. Incomplete and late recovery of sudden olfactory dysfunction in COVID-19. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2020;86: 490-496.
3. Logue JK, Franko NM, McCulloch DJ, McDonald D, Magedson A, Wolf CR, et al. Sequelae in adults at 6 months after COVID-19 infection. *JAMA Network Open*. 2021;4: e210830-210834.
4. Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nature Medicine*. 2021; 27:601-615.
5. Okada Y, Yoshimura K, Toya S, Tsuchimochi M. Pathogenesis of taste impairment and salivary dysfunction in COVID-19 patients. *Japanese Dental Science Review*. 2021; 57:111-222.
6. Patel RM, Pinto JM. Olfaction: anatomy, physiology, and disease. *Clinical Anatomy*. 2014; 27:54-60.
7. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 4. ed. Curitiba: Champagnat; 2013.
8. Guinard J. Sensory evaluation methods. California: UC Davis Extension, 2006.
9. Fawcett DW, Bloom W. Oral cavity and associated glands: Taste buds. Bloom and Fawcett, a textbook of histology. 12. ed. Chapman & Hall: New York; 1994.
10. Landis BN, Frasnelli J, Reden J, Lacroix JS, Hummel T. Differences between orthonasal and retronasal olfactory functions in patients with loss of the sense of smell. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005; 131:977-981.
11. Giaquinto P, Nishida, SM. O corpo humano. Sentido da Gustação ou Paladar. 2005 [28/03/2022]. Disponível em: https://www2.ibb.unesp.br/nadi/Museu2_qualidade/Museu2_corpo_humano/Museu2_como_funciona/Museu_homem_nervoso/museu2_homem_nervoso_olfacao/Museu2_homem_nervoso_gustacao.htm.
12. Desai M, Oppenheimer J. The importance of considering olfactory dysfunction during the COVID-19 pandemic and in clinical practice. *Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*. 2021; 9:7-12, 2021.
13. Høier ATZB, Chaaban N, Andersen BV. Possibilities for maintaining appetite in recovering COVID-19 patients. *Foods*. 2021; 10:464-484, 2021.
14. Soler ZM, Patel ZM, Turner JH, Holbrook EH. A primer on viral-associated olfactory loss in the era of COVID-19. *International Forum of Allergy and Rhinology*. 2020; 10:814-820.

15. Mastrangelo A, Bonato M, Cinque P. Smell and taste disorders in COVID-19: From pathogenesis to clinical features and outcomes. *Neuroscience Letters*. 2021; 748: e135694-135699.
16. Doty RL, Bromley, SM. Cranial Nerve I: Olfactory Nerve. *Textbook of Clinical Neurology*: WB Saunders, 2007.
17. Fantozzi PJ, Pampena E, Di Vanna D, Pellegrino E, Corbi D, Mammucari S, et al. Xerostomia, gustatory and olfactory dysfunctions in patients with COVID19. *Am J Otolaryngol*. 2020; 41: e102721-102726.
18. Parma V, Ohla K, Veldhuizen MG, Niv MY, Kelly CE, Bakke AJ, et al. More than Smell-COVID-19 is associated with severe impairment of smell, taste, and chemesthesis. *Chemical Senses*. 2020; 45: 609-622.
19. Netland J, Meyerholz DK, Moore S, Cassel M, Perlman, S. Severe acute respiratory syndrome coronavirus infection causes neuronal death in the absence of encephalitis in mice transgenic for human ACE2. *Journal of Virology*. 2008; 82: 7264-7275.
20. Cocco A, Amami P, Desai A, Voza A, Ferreli F, Albanese A. Neurological features in SARS-CoV-2-infected patients with smell and taste disorder. *Journal of Neurology*. 2021; 268: 1570-1572.
21. Chen M, Shen W, Rowan NR, Kulaga, H, Hillel A, Ramanathan Jr M, Lane AP. Elevated ACE2 expression in the olfactory neuroepithelium: implications for anosmia and upper respiratory SARS-CoV-2 entry and replication. *European Respiratory Journal*. 2020; 56: 2001948- 2001951.
22. Hoffman M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Krüger N, Herrler T, Erichsen S, et al. SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell*; 181: 271-280, 2020.
23. Brann DH, Tsukahara T, Weinreb C, Lipovsek M, Van den Berge K, Gong B, et al. Non-neuronal expression of SARS-CoV-2 entry genes in the olfactory system suggests mechanisms underlying COVID-19-associated anosmia. *Science Advances*. 2020; 6: eabc5801.
24. Sims JT, Krishnan V, Chang C-Y, Engle SM, Casalini G, Rodgers GH, Bivi N, et al. Characterization of the cytokine storm reflects hyperinflammatory endothelial dysfunction in COVID-19. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2020; 147: 107-111.
25. Ardö Y. Flavour formation by amino acid catabolism. *Biotechnology Advances*. 2006; 24: 238-242.

26. Luchiari HR, Giordano RJ, Sidman RL, Pasqualini R, Arap W. Does the RAAS play a role in loss of taste and smell during COVID-19 infections? *The Pharmacogenomics Journal*. 2021; 21:109-115.
27. Choudhuri SP, Delay RJ, Delay ER. L-amino acids elicit diverse response patterns in taste sensory cells: A role for multiple receptors. *Plos One*. 2015; 10: e0130088.
28. Croy I, Nordin S, Hummel T. Olfactory disorders and quality of life – an updated review. *Chemical Senses*. 2014; 39: 185-194.
29. Printza A, Katotomichelakis M, Valsamidis K, Metallidis S, Panagopoulos P, Panopoulou M, et al. Smell and taste loss recovery time in COVID-19 patients and disease severity. *Journal of Clinical Medicine*. 2021; 10: 966-975.
30. Riestra-Ayora J, Yanes-Diaz J, Esteban-Sanchez J, Vaduva C, Molina-Quiros C, Larran-Jimenez A, et al. Long-term follow-up of olfactory and gustatory dysfunction in COVID-19: 6 months case-control study of health workers. *European Archives Otorhinolaryngology*. 2021; 278: 1-7.
31. Walsh-Messinger J. Anosmia, the loss of smell caused by COVID-19, doesn't always go away quickly – but smell training may help. *The Conversation*. 2021 [29/03/2022]. Disponível em: <https://theconversation.com/anosmia-the-loss-of-smell-caused-by-covid-19-doesnt-always-go-away-quickly-but-smell-training-may-help-154140>.
32. Sorokowska A, Drechsler E, Karwowski M, Hummel, T. Effects of olfactory training: A meta-analysis. *Rhinology*. 2017; 55: 17-26.
33. Whitcroft KL, Hummel T. Clinical diagnosis and current management strategies for olfactory dysfunction: a review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019; 145: 846-853.
34. Yan CH, Rathor A, Krook K, Ma Y, Rotella MR, Dodd RL, et al. Effect of Omega-3 supplementation in patients with smell dysfunction following endoscopic sellar and parasellar tumor resection: a multicenter prospective randomized controlled trial. *Neurosurgery*. 2020; 87: e91-e98.
35. Frasnelli J, Hummel T. Interactions between the chemical senses: Trigeminal function in patients with olfactory loss. *International Journal of Psychophysiology*. 2007; 65: 177-181.
36. Morrison O. Covid: Smell, taste and the lessons for the food industry. *Food Navigator*. 2021 [29/03/2022]. Disponível em: https://www.foodnavigator.com/Article/2021/01/15/COVID-Smell-taste-and-the-lessons-for-the-food-industry?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright.

37. Zhang JG. We asked people who lost their taste to COVID: What do you eat in a day? Eater. 2021 [28/03/2022]. Disponível em: <https://www.eater.com/2021/2/5/22267667/covid-19-loss-distorted-taste-smell-anosmia-parosmia-symptom-food-diaries>.
38. Bolhuis DP, Forde CG. Application of food texture to moderate oral processing behaviors and energy intake. Trends in Food Science & Technology. 2020; 106: 445-456.

Capítulo 9

ROTULAGEM DE ALIMENTOS E INFORMAÇÃO NUTRICIONAL: REFLEXÕES SOBRE SUA COMPREENSÃO PELO CONSUMIDOR.

Amanda Chaves Rizzi ; Rosiane Andréia Flauzino Lalucci ; Andreia de
Oliveira Massulo *

Curso de Nutrição, Centro Universitário UNIGRAN Capital, Campo Grande – MS.

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: andreia.massulo@unigran.br

Resumo: O rótulo dos alimentos é uma forma de comunicação entre fabricante e consumidor, informando sobre as características daquele produto. Este entendimento pode promover escolhas alimentares mais saudáveis. O objetivo deste artigo foi descrever os parâmetros que norteiam os dizeres de rotulagem de alimentos no Brasil, incluindo as informações nutricionais, e como eles podem impactar nas escolhas alimentares do consumidor, frente à compreensão ou não dos mesmos. Foi realizada uma revisão bibliográfica e consulta às bases de dados oficiais brasileiras para a busca de legislações e documentos norteadores sobre o tema rotulagem nutricional. As legislações para rotulagem são importantes para se obter um padrão de rótulos, onde seja possível ao consumidor o acesso à informação necessária sobre o alimento. Os autores pesquisados mencionam que os consumidores, mesmo quando observam os rótulos, atentam mais à data de validade e muitas pessoas não conseguem ter um bom entendimento de outras informações. As mudanças na apresentação dos rótulos são discutidas como oportunidade para impactar de forma positiva, como maior facilidade de compreensão e uso das informações nutricionais, mas também pode-se sugerir impactos negativos, como aumento do preço. A nova legislação publicada em 2020 traz mudanças na rotulagem frontal de alimentos e na disposição da informação nutricional, onde será possível desenvolver novos estudos para verificar o real impacto destas alterações nas escolhas alimentares da população.

Palavras-chave: legislação de alimentos, leitura de rótulos, rótulos de alimentos

Abstract: The food label is a form of communication between manufacturer and consumer, informing about the characteristics of that product. This understanding can promote healthier food choices. The objective of this article is to describe the parameters that guide food labeling claims in Brazil, including nutritional information, and how they can impact consumer food choices, whether or not they are understood. A literature review was carried. Labelling legislations are important to obtain a standard of labelling where it is possible for the consumer to have access to necessary information about the food. The authors mention that consumers, even when observing the labels, pay more

attention to the expiration date and many people can not have a good understanding other information. Changes in label presentation are discussed as an opportunity to have a positive impact, such as greater ease of understanding and use of nutritional information, but negative impacts can also be suggested, such as increased price. The new Brazilian legislation, published in 2020, changes the Front-of-Pack labelling and the disposition of nutritional information, where it will be possible to develop new studies to verify the real impact of these changes in the food choices of the population.

Keywords: food legislation, label reading, food labels

INTRODUÇÃO

A rotulagem e a informação nutricional dos alimentos devem ser feitas de modo que o consumidor possa compreender os dados ali contidos. O rótulo tem por função orientar o consumidor sobre os constituintes dos alimentos, com intuito de promover escolhas alimentares mais saudáveis (1). Uma alimentação inadequada e com ingestão excessiva de alguns alimentos pode trazer riscos à saúde de quem está consumindo, por este motivo o rótulo e as informações contidas nele são de grande importância.

Com a publicação das normas que tornam obrigatórias a declaração do conteúdo nutricional dos alimentos e outras informações, os dados presentes nos rótulos passam a ser de maior dificuldade de entendimento, exigindo maior habilidade do consumidor para interpretá-las e entendê-las (2).

Os rótulos por definição são descritos como “toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do produto” (3). Em alimentos, pode-se definir também a rotulagem nutricional como “toda descrição destinada a informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento e compreende a declaração de valor energético e nutrientes e a declaração de propriedades nutricionais (informação nutricional complementar)” (4).

A rotulagem é um meio em que é possível estabelecer um contato entre as empresas produtoras de alimentos e os consumidores que desejam melhores informações sobre o produto que irão comprar. Com isso, a regulamentação da rotulagem procura proteger os consumidores de declarações abusivas ou sem fundamento que possam induzi-los a erros. A rotulagem nutricional é um item obrigatório em todos os produtos industrializados e embalados e tem como objetivo garantir o direito do consumidor à informação e assim ajudar na escolha de alimentos saudáveis, pois através da identificação dos nutrientes e ingredientes utilizados nos alimentos, o indivíduo possui o conhecimento e a liberdade de escolha (5).

A legislação brasileira sobre rótulos dos alimentos tem como base o *Codex Alimentarius*, que é um órgão internacional responsável pelo estabelecimento de normas de segurança e da rotulagem de alimentos. O *Codex Alimentarius* é uma coleção de padrões alimentares adotados internacionalmente e textos relacionados, apresentados de maneira uniforme. Esses dados visam proteger a saúde dos consumidores e garantir práticas justas no comércio de alimentos. A publicação do *Codex Alimentarius* tem como objetivo orientar e promover a elaboração e o estabelecimento de definições e requisitos para alimentos, a fim de auxiliar na

harmonização e facilitar o comércio internacional (6).

A elaboração de leis para controle e vigilância dos alimentos teve início na década de 1950, mas apenas em 1999 com a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que a rotulagem nutricional se tornou obrigatória (7). O primeiro decreto publicado a respeito da rotulagem dos alimentos no Brasil foi o Decreto-Lei nº 986, de 1969, que institui normas básicas sobre alimentos e nele diz “Todo alimento somente será exposto ao consumo ou entregue à venda depois de registrado no órgão competente do Ministério da Saúde” (8).

A nova regulamentação sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, traz a expectativa de orientar o setor produtivo quanto às informações que são mais relevantes, possibilitando a revisão das algumas formulações e com objetivo de informar o consumidor sobre a composição do alimento favorecendo escolhas que promovam o consumo de uma dieta mais equilibrada e saudável (3).

Com as atuais informações presentes nos rótulos, somente um consumidor crítico, informado, que possui conhecimentos básicos de nutrição, poderá fazer um melhor uso em prol da sua saúde dessa informação colocada à sua disposição. Assim, as autoridades junto com os profissionais de saúde, com educadores e professores e as indústrias, devem levar este conhecimento a quem precisa para melhorar a sua saúde quanto à alimentação (9).

O objetivo do presente artigo foi descrever os parâmetros que norteiam os dizeres de rotulagem de alimentos no Brasil, incluindo as informações nutricionais, e como eles podem impactar nas escolhas alimentares do consumidor, frente à compreensão ou não dos mesmos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica nas plataformas digitais de bases de dados Periódicos CAPES, *Scientific Electronic Library Online (Scielo)* e Google acadêmico, onde foram selecionados artigos datados entre 2011 e 2021, utilizando as seguintes palavras-chave: rotulagem nutricional, legislação, rótulos de alimentos, leitura de rótulos, compreensão de rótulos. O critério de inclusão foi a abordagem da avaliação da rotulagem nutricional em relação ao conteúdo informado, com foco no entendimento desta informação pela população em geral. Também foram considerados, como fonte bibliográfica, manuais e resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Saúde do Brasil, independente do período de publicação, bem como dados disponíveis no site do *Codex Alimentarius*. O desenvolvimento da revisão bibliográfica foi de cunho narrativo, descrevendo os achados encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as literaturas disponibilizadas nas bases de dados, entre artigos, manuais, relatórios e legislações, foram selecionadas 32 publicações, sendo 27 dos últimos 5 anos, por incluírem em sua descrição a abordagem sobre a rotulagem de alimentos

O estudo das legislações brasileiras leva à percepção de uma linha do tempo para a padronização de determinadas informações a serem descritas nos rótulos, sendo obrigatória a inclusão de elementos, tais como a denominação do produto, fabricante,

data de validade, lista de ingredientes, presença de alergênicos, glúten e lactose, além da obrigatoriedade da rotulagem nutricional, com informações de quilocalorias, macronutrientes, entre outras. Da mesma forma em que há informações obrigatórias, determinadas condições não devem estar descritas ou não devem ser apresentadas no rótulo dos alimentos embalados, segundo a RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 da ANVISA (10):

“a) utilize vocábulos, sinais, denominações, símbolos, emblemas, ilustrações ou outras representações gráficas que possam tornar a informação falsa, incorreta, insuficiente, ou que possa induzir o consumidor a equívoco, erro, confusão ou engano, em relação à verdadeira natureza, composição, procedência, tipo, qualidade, quantidade, validade, rendimento ou forma de uso do alimento; b) atribua efeitos ou propriedades que não possuam ou não possam ser demonstradas; c) destaque a presença ou ausência de componentes que sejam intrínsecos ou próprios de alimentos de igual natureza, exceto nos casos previstos em Regulamentos Técnicos específicos; d) ressalte, em certos tipos de alimentos processados, a presença de componentes que sejam adicionados como ingredientes em todos os alimentos com tecnologia de fabricação semelhante; e) ressalte qualidades que possam induzir a engano com relação a reais ou supostas propriedades terapêuticas que alguns componentes ou ingredientes tenham ou possam ter quando consumidos em quantidades diferentes daquelas que se encontram no alimento ou quando consumidos sob forma farmacêutica; f) indique que o alimento possui propriedades medicinais ou terapêuticas; g) aconselhe seu consumo como estimulante, para melhorar a saúde, para prevenir doenças ou com ação curativa.”

Alguns produtos são dispensados da presença de informação nutricional obrigatória e dentre eles estão: bebidas alcoólicas; especiarias; águas minerais naturais e as demais águas envasadas para consumo humano; vinagres; sal, café, erva mate, chá e outras ervas sem adição de outros ingredientes; alimentos preparados e embalados em restaurantes e estabelecimentos comerciais, prontos para o consumo como sobremesas, mousse, pudim, salada de frutas; os produtos fracionados nos pontos de venda a varejo comercializados como queijos, salame, presunto; as frutas, vegetais e carnes *in natura*, refrigerados e congelados (2).

As informações presentes nos rótulos de alimentos são fundamentais, pois visam orientar adequadamente o consumidor sobre a qualidade e a quantidade dos constituintes nutricionais, permitindo a seleção de uma alimentação balanceada e saudável (11). No entanto, observam-se diversas não conformidades na construção da rotulagem, exemplificadas a seguir:

No comércio de achocolatados em pó, em um município potiguar, apenas 60% das amostras estavam de acordo com as legislações brasileiras para as informações nutricionais (12). Em barras de cereais, figuras com referências saudáveis, informando, inclusive a presença de grãos integrais e frutas são visíveis nos seus rótulos, fazendo com que o produto, mesmo que contenha teor excessivo de açúcar, seja comercializado como saudável (13).

Em rótulos de produtos lácteos, 97% apresentaram pelo menos um tipo de não conformidade, sendo o queijo ralado a categoria com menor adequação, incluindo divergências de informações sobre declaração de alergênicos em 23% dos produtos. (14) Para indivíduos alérgicos, o conhecimento e a clareza das informações na rotulagem de alimentos são de grande importância. Em revisão de Rodrigues (15), também foram

observadas falhas nas declarações para alérgicos e, ao mesmo tempo, uma precaução na rotulagem de alergênicos e rótulos que não atendem a resolução. A terminologia utilizada nos rótulos dos alimentos também deve ser observada. Termos como “caseiro” e “tradicional”, mesmo não previstos em legislação brasileira, são expressos nas embalagens, por vezes com conotações diferentes. Isto mostra a importância da regulação e fiscalização (16).

A alimentação adequada vai além do ato de se alimentar e o ato de se nutrir. Para uma nutrição saudável faz-se necessário um conhecimento além do senso comum sobre o que se consome. Quando bem compreendidos, podem servir como ferramenta para serem adotadas escolhas alimentares saudáveis (17). O grande desafio dos consumidores parece ser compreender as informações e utilizá-las de forma adequada (18).

Diversos autores realizaram pesquisas sobre a leitura de rótulos e a compreensão dos mesmos entre a população (Quadro 1).

Quadro 1. Resultados obtidos em pesquisas de diversos autores sobre a leitura e compreensão dos rótulos nutricionais. Brasil, 2011 a 2021.

Autores , ano	Local	Resultados obtidos na pesquisa
Souza et al., 2011 (19)	Natal	De 368 adultos entrevistados, 94,6% declararam que consultam os rótulos de alimentos, porém somente 3,8% declararam que compreendiam totalmente a declaração nutricional. Mais de 80% dos entrevistados, que não verificavam a declaração nutricional, apontaram como fatores para isto a falta de informação e compreensão ou falta de hábito e interesse.
Cavada et al., 2012 (1)	Pelotas	Quanto ao hábito de leitura dos rótulos, dos 241 consumidores de redes de supermercados, 48,13% afirmaram ler as informações presentes, 27,80% não liam e 24,07% liam às vezes. A data de validade foi a informação mais procurada por 69,54% e 62,07% dos consumidores que costumavam ler os rótulos afirmaram que isto influencia no ato da compra. Na relação entre escolaridade e compreensão, 48,08% dos indivíduos que relataram compreender possuem educação superior.
Gonçalves et al., 2015 (20)	São Vicente	Para 34% dos 70 entrevistados em ação social municipal, a composição nutricional do alimento é importante, entretanto 15,71% compreendem, por exemplo, a expressão do percentual de valor diário de consumo (%VD). Mais de 45% dos participantes relataram que a rotulagem deve informar ao consumidor o que ele está consumindo, porém foi verificado baixo grau de confiabilidade (51,43%) em relação aos dados que constam nas embalagens.
Lindemann et al., 2016 (21)	Pelotas	Estudo com 1246 usuários de Unidades Básicas de Saúde constatou hábito de leitura dos rótulos por 70,9% dos entrevistados, sendo que a data de validade foi a informação mais frequentemente consultada (73,8%), seguida de valor nutricional do alimento (18%).
Leite, Lenquiste, 2017 (22)	Presidente Prudente	Menos de 70% dos 68 consumidores entrevistados afirmaram ler os rótulos de pães integrais, porém todos

		escolheram este produto por motivo de saúde e mais de 85% observaram a data de validade e mais de 65% a lista de ingredientes.
Marzarotto, Alves, 2017 (18)	Caxias do Sul	A maioria (70%) dos 227 indivíduos entrevistados, frequentadores de estabelecimento comercial da área de hortifruti, possui o hábito de leitura e 40,5% o fazem ainda no supermercado, cuja informação nutricional mais lida é o valor calórico. O tempo médio de 30 minutos para a leitura dos rótulos foi apontado por 39,2% dos entrevistados que mencionaram, no entanto, não ter conhecimento suficiente sobre Nutrição para fazer escolhas certas na alimentação (58,1%).
Carvalho et al., 2019 (23)	Lavras e Varginha	Dentre os 285 respondentes do estudo (150 em Varginha e 135 em Lavras), 20% de Lavras e 40% de Varginha disseram sempre ler rótulos antes de comprar um alimento. Por outro lado, 15% dos respondentes de Lavras e 16% dos de Varginha afirmaram nunca ler rótulos de produtos alimentícios. Quanto ao grau de escolaridade, em Varginha, nenhum dos indivíduos que cursaram Ensino Superior ou pós-graduação relatou nunca ler rótulos antes das compras, diferente de Lavras, em que 8% das pessoas deste grupo afirmaram nunca ler.
Sousa et al., 2020 (24)	Curitiba	Pesquisa relacionada ao uso das informações nutricionais dos rótulos, onde 41,6% dos 536 estudantes de universidade pública utilizavam às vezes. Uns dos principais motivos para não leitura seria a falta de paciência (29,5%) e de preocupação com a composição do alimento comprado (34,2%).
Ferreira et al., 2020 (11)	São Luís	Dentre 250 estudantes de uma universidade privada, 59% relataram que raramente liam os rótulos e 57% informaram dificuldade em sua compreensão, especialmente devido a presença de termos técnicos (47%) e a letra pequena (30,4%).
Ricci et al., 2020 (25)	Brasil	As informações nutricionais foram indicadas como “sempre” ou “quase sempre” lidas no momento da compra de um alimento por 56,7% dos 399 entrevistados. Quando os participantes analisaram embalagens de cereal matinal e biscoito recheado, quanto mais informação na embalagem, mais o consumidor percebe o produto como saudável.
Bandeira et al., 2021 (26)	Brasil	A percepção de saudabilidade e intenção de compra foi reduzida em 41,3% enquanto o entendimento do conteúdo nutricional foi aumentado no estudo com 2400 participantes expostos a modelos diferentes de rotulagem nutricional frontal.
Krumreich et al., 2021. (27)	Bagé	Mais de 35% dos 79 estudantes de Instituto Federal entrevistados relataram não observar as informações nutricionais nos rótulos dos produtos, sendo que 20,3% observaram o teor de sódio e 13,9% o valor calórico.

		Mais da metade dos entrevistados (56%), afirmou que compreendia todas as informações presentes.
Polari et al, 2021. (28)	Brasília	Os 150 servidores ou frequentadores de uma universidade pública realizaram escolhas entre pares de produtos, considerando o que seria mais saudável, identificados com cinco modelos de rotulagem nutricional frontal. Os participantes apresentaram, em média, $5,83 \pm 2,18$ acertos do produto mais saudável entre as oito opções. O número de acertos foi menor nos produtos com modelo de semáforo na RNF e não houve diferenças significativas no número de acertos entre os demais modelos testados.
Soares, Nunes, 2021 (14)	Regiões Norte, Nordeste e Sudeste	Dentre os 569 consumidores de produtos lácteos industrializados entrevistados, o hábito de leitura dos rótulos foi frequente para 26,71% e às vezes para 64,68%, o entendimento das informações contidas na tabela nutricional foi completo para 21,27%, ao passo que 66,78% disseram entender parcialmente as informações e 11,95% relataram não entender nada ou quase nada.

Fonte: Autores (2022).

Com base nos autores consultados, nota-se que grande parte das pessoas não sinaliza adequada compreensão e, ainda, fatores comportamentais como pressa ou desinteresse na composição dos alimentos podem estar relacionadas a uma não consulta às informações de rotulagem. Em dadas situações, as condições socioeconômicas parecem influenciar neste perfil, onde o nível de entendimento é maior conforme aumento na escolaridade e renda do entrevistado, da mesma forma que estão relacionadas a escolhas alimentares consideradas mais saudáveis. Além disso, as mulheres têm maior participação na observação dos dizeres de rotulagem. Percebe-se, também, que os indivíduos leitores dos rótulos de alimentos e das informações nele descritas observam primeiramente o prazo de validade e não conseguem ter um bom entendimento sobre os demais dizeres. Isto pode estar atribuído à utilização de termos técnicos específicos, cujo acesso não é comum a todos.

Soares, Neto e Silva (29) dizem a respeito do uso de linguagem técnica nos rótulos dos alimentos. Situações em que a informação alcança apenas um público específico podem levar a um desinteresse da leitura pelos demais. Ademais, a desconfiança no que pode ser escrito no rótulo também é outro motivo, pois alguns consumidores acreditam que a informação pode ser manipulada, omitida ou até mesmo ser falsa e que, ainda há a possibilidade de uma falta de fiscalização pelos órgãos competentes.

Diante de pessoas que confiam na informação nutricional do rótulo, um estudo apontou que as mesmas parecem não a utilizar comumente, e aquelas que não confiam a utiliza mais. Uma rotulagem mais clara e compreensível poderia contribuir para aumentar a confiança dos consumidores melhorando a credibilidade no sistema alimentar e nas ações do poder público em benefício à saúde da população (24).

Estudos com populações distintas encontraram semelhanças com relação a baixa compreensão de rótulos. Determinado grupo de estudantes pode possuir dificuldades em relação ao entendimento sobre rotulagem e utilidade das informações nutricionais dos alimentos (11). Outro grupo, apesar de afirmar compreender as informações de rotulagem, não a utilizam para fazer escolhas conscientes, sendo a observação da

presença de glúten ou lactose realizada apenas por pessoas consideradas intolerantes ou alérgicas (27). Pessoas idosas podem apresentar dificuldades com relação a visão e aspecto cognitivo. Um estudo avaliou contraste, tipo (fonte tipográfica), estilo (variações no desenho de letras), corpo (tamanho do tipo), entrelinha e uso do espaço em branco de rótulos, previstos pela IN nº75/2020, e constatou que de forma geral, as recomendações para idosos são atendidas apenas quanto a contraste e tipo de letra. Os problemas de legibilidade podem criar empecilhos para o acesso à informação (30).

Da mesma forma ocorre entre consumidores de matrizes alimentares específicas. Nem todos os consumidores de pães integrais, participantes de uma pesquisa em 3 supermercados, possuem o hábito de ler sempre os rótulos, ficando abaixo de 70% (22). Para mais de 80% dos consumidores de produtos lácteos industrializados, as informações nutricionais presentes no painel principal do rótulo facilitariam o entendimento em relação a tabela nutricional (14).

Apesar deste cenário, o consumidor cada vez mais busca por informações sobre o que consome, se importando com calorias, gorduras, sódio, proteínas e demais composições para adequá-los às suas necessidades. A conscientização dos consumidores leva a exigir uma rotulagem mais informativa, que os ajudem na escolha dos produtos que devem ser consumidos. O consumidor deve ser instruído para que ele próprio possa exercer vigilância em suas aquisições e consumo, possibilitando que os indivíduos tenham autonomia e entendimento na seleção de alimentos com melhor valor nutricional (20).

Nestes sentido, para averiguar a eficácia da comunicação oferecida pelos rótulos nutricionais de advertência é necessária a adoção de protocolos capazes de verificar maneiras pelas quais os consumidores percebem e compreendem as informações, incluindo políticas públicas relacionadas ao acesso e empoderamento dos cidadãos (31).

Um movimento conhecido sobre simplificar os rótulos é o *Clean Label*. Apesar de não haver um consenso sobre sua definição, um dos seus princípios é a elaboração ou a reformulação de alimentos, através da substituição de ingredientes pouco familiares aos consumidores, devido a termos técnicos de difícil compreensão que transmitem uma percepção de serem artificiais e menos seguros e saudáveis, por ingredientes que usam termos mais familiares ao consumidor e que sejam ou pareçam mais naturais e saudáveis. Com isso, os alimentos que seguem esse modelo têm uma lista de ingredientes mais curta, com menos ingredientes designados por nomes químicos, como aditivos alimentares e compostos fontes de nutrientes (32).

Outra proposta discutida é o uso do sistema de semáforo com cores, que sinaliza se algum ingrediente está em excesso, e o uso de símbolos com advertência sobre algum ingrediente em excesso que pode fazer mal (33).

O *Traffic Light Labelling*, ou "Semáforo Nutricional", foi criado pela *Food Standards Agency* (FSA) no Reino Unido e tem como objetivo acrescentar nos rótulos informações diretas e práticas sobre a composição nutricional do alimento, tornando a compreensão dos rótulos mais acessível a leigos e crianças, melhorando a escolha para alimentos mais saudáveis. Embora esse método não solucione o problema de nutrição e obesidade da população, ele irá promover escolhas alimentares mais saudáveis, assim, para países em desenvolvimento, com níveis socioeconômicos e de escolaridades menores, torna-se de grande relevância (34).

As informações nutricionais com código de cores informam rapidamente se o alimento possui quantidades altas, médias ou baixas de gordura, gordura saturada, açúcar

e sal. Se tiver vermelho significa alto, amarelo significa médio e verde significa baixo. Assim, quanto mais verde no rótulo, mais saudável será a escolha. Na compra de um alimento em que há só verde ou quase todo verde no rótulo, a tendência é supor que esta é uma escolha mais saudável. Amarelo não significa nem alto nem baixo, podendo ser consumido a maior parte do tempo. Mas qualquer vermelho no rótulo significa que os alimentos são ricos em gordura, gordura saturada, sal ou açúcar e são esses os alimentos que devem ser reduzidos em frequência e quantidade (35).

A regulamentação ainda vigente no Brasil sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, a RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (4), não possui nenhum requisito quanto à rotulagem nutricional frontal (RNF ou FOP, do inglês *Front-of-Pack*). Porém, a partir de outubro de 2022, mudanças nos requisitos sobre a rotulagem nutricional passarão a vigorar em atendimento à RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020 (36).

Em cerca de 40 países já foi realizada a implantação da representação gráfica de forma complementar à tabela nutricional. São apresentadas informações relacionadas aos nutrientes do produto que exercem impacto na saúde e no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, através de símbolos ou sistemas de classificação. A ANVISA classifica a rotulagem nutricional frontal em quatro modelos: 1) interpretativos; 2) semi-interpretativos; 3) não interpretativos; e 4) modelos híbridos (37).

O conceito de cada modelo é descrito pela ANVISA na página 59 do Relatório de Análise de Impacto Regulatório sobre Rotulagem Nutricional (38):

“Interpretativos: Combinam vários critérios para estabelecer uma indicação sobre o nível de saudabilidade do alimento. Fornece um julgamento, opinião ou orientação sobre o alimento, sem informações específicas sobre nutrientes.

Semi-interpretativos: Fornecem informações sobre um conjunto de nutrientes específicos. Utilizam símbolos, descritores qualitativos ou cores para auxiliar na compreensão do nível de cada nutriente no alimento.

Não interpretativos: Apresentam informações sobre um conjunto de nutrientes específicos, sem qualquer tipo de julgamento, opinião, orientação ou elementos qualitativos para auxiliar na interpretação da informação.

Modelos híbridos: Combinam atributos de modelos não interpretativos com modelos interpretativos ou semi-interpretativos”.

Dentre as propostas acima, pode-se trazer alguns exemplos de países que implantaram os modelos descritos. Do modelo interpretativo, a Dinamarca, Islândia, Lituânia, Noruega e Suécia implantaram o símbolo de fechadura que identifica opções mais saudáveis dentro de uma categoria, sendo uma iniciativa do governo e os constituintes são açúcares, gorduras totais, gorduras saturadas, sódio, fibras e edulcorantes. No modelo semi-interpretativo, o Chile, Peru e Uruguai implantaram octógonos pretos com descritores qualitativos que indicam o alto teor de constituintes como energia, açúcares totais, gorduras totais, trans e saturadas, e o sódio. No modelo não interpretativo, diversos países possuem a implantação de ícones com as quantidades absolutas e %VD de determinados nutrientes. E nos modelos híbridos pode-se citar como exemplo o semáforo nutricional, com tabela contendo o teor absoluto, que indica o alto, médio ou baixo nível de nutrientes e já foi implantado na Coreia do Sul, Reino Unido e Irã (38).

As novas mudanças nos rótulos podem gerar impactos positivos e negativos para

os consumidores. De acordo com o Relatório Preliminar de Análise de Impacto Regulatório sobre Rotulagem Nutricional, da ANVISA (38), os impactos positivos para os consumidores com as novas medidas propostas para os rótulos seriam: ampliação do acesso a informações nutricionais qualificadas; maior facilidade de compreensão e uso das informações nutricionais; redução das situações que provocam engano sobre a composição nutricional; maior facilidade para fazer comparações nutricionais entre alimentos; maior disponibilidade de alimentos com melhor qualidade nutricional; maior conscientização sobre o papel dos nutrientes na saúde; contribuir para a melhoria dos hábitos alimentares; contribuir para a melhoria da qualidade de vida; contribuir para a melhoria dos custos com tratamentos individuais de saúde.

Alguns impactos negativos, ainda de acordo com o Relatório citado anteriormente, seriam: aumento do preço dos alimentos em virtude do repasse pela indústria dos custos decorrentes das mudanças na legislação e menor capacidade de avaliar outras informações de rotulagem importantes para a realização de escolhas alimentares conscientes e seguras.

A nova legislação, RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020 (36) dispõe que a declaração da rotulagem nutricional frontal é obrigatória nos rótulos dos alimentos embalados quando as quantidades de açúcares adicionados, gorduras saturadas ou sódio sejam iguais ou superiores aos limites definidos no Anexo XV da Instrução Normativa - IN nº 75, de 08 de outubro de 2020 (39) (Quadro 2).

Quadro 2. Limites de açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio para fins de declaração da rotulagem nutricional frontal.

Nutrientes	Alimentos sólidos ou semissólidos	Alimentos líquidos
Açúcares adicionados	Quantidade maior ou igual a 15 g de açúcares adicionados por 100 g do alimento.	Quantidade maior ou igual a 7,5 g de açúcares adicionados por 100 ml do alimento.
Gorduras saturadas	Quantidade maior ou igual a 6 g de gorduras saturadas por 100 g do alimento.	Quantidade maior ou igual a 3 g de gorduras saturadas por 100 ml do alimento.
Sódio	Quantidade maior ou igual a 600 mg de sódio por 100 g do alimento.	Quantidade maior ou igual a 300 mg de sódio por 100 ml do alimento.

Fonte: Brasil (39).

Os modelos da rotulagem nutricional foram desenhados em formato de lupa, sendo um modelo semi-interpretativo, e o símbolo deverá ser aplicado na frente do produto, na parte superior, por ser uma área facilmente capturada pelo olhar (figura 1) (40).

Outra alteração que será feita pela nova RDC nº 429/2020, será nas informações disponibilizadas na tabela nutricional, onde será obrigatória a identificação de açúcares totais e adicionais, a declaração do valor energético e nutricional por 100 g ou 100 ml, para ajudar na comparação de produtos, e o número de porções disponíveis por embalagem (figura 2) (40).

Essas mudanças no rótulo frontal poderão esclarecer para o consumidor sobre o

alto conteúdo de alguns nutrientes que têm relevância para a saúde e que estão presentes naquele alimento que ele irá comprar, além disso, as letras pretas e fundo branco na tabela nutricional tem o intuito de melhorar a legibilidade das informações, contribuindo possivelmente para uma visualização facilitada.

Figura 1. Modelos da rotulagem nutricional frontal



Fonte: Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (40).

Figura 2. Modelo de tabela nutricional

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 000 porções			
Porção: 000 g (medida caseira)			
	100 g	000 g	%VD*
	Valor energético (kcal)		
	Carboidratos totais (g)		
	Açúcares totais (g)		
	Açúcares adicionados (g)		
	Proteínas (g)		
	Gorduras totais (g)		
	Gorduras saturadas (g)		
	Gorduras trans (g)		
	Fibra alimentar (g)		
	Sódio (mg)		

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

Fonte: Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (40).

Em uma abordagem crítico-reflexiva, Prux, Gonçalves (41) descrevem que, em um cenário ideal, não haveria a oferta de produtos alimentícios não saudáveis, entretanto, em realidade, observa-se uma flexibilização do rigor quanto à informação sobre os nutrientes críticos dos alimentos e a singela imposição do design de lupa não alerta suficientemente para a prevenção quanto aos diversos riscos decorrentes do consumo de alimentos ultraprocessados.

O uso da rotulagem nutricional frontal (RNF), independentemente do modelo, parece ser uma estratégia válida para apoiar o consumidor nas escolhas alimentares mais saudáveis. Em análise de produtos alimentícios com diferentes modelos de RNF, o círculo

apresentou melhor desempenho em relação aos demais modelos testados, tendo em vista que o tempo médio para escolhas de produtos considerados mais saudáveis com este modelo foi significativamente inferior ao do semáforo para sete dos oito produtos testados. Lupa e triângulo apresentaram desempenho similar (28).

A intenção de compra relaciona-se à quantidade de informações exibidas no rótulo dos alimentos. Pesquisa de Ricci et al. (25) concluiu que diferentes formas de apresentação combinadas impactaram positivamente e de forma mais consistente na percepção de saudabilidade do produto.

A rotulagem frontal, além de aumentar o entendimento do conteúdo nutricional, reduz a percepção de saudabilidade e a intenção de compra de alimentos com alto conteúdo de açúcares, gorduras saturadas e sódio. O modelo da lupa apresentou resultados menos consistentes do que os modelos de advertência (octógono, triângulo e círculo) (26).

Com a nova regulamentação, pode-se sugerir que a mudança nos rótulos proporcionaria alguns benefícios, contribuindo para a escolha adequada dos alimentos por parte dos consumidores. No entanto, apesar deste possível avanço, o impacto desta alteração poderá ser avaliado após sua implantação em todo o País, bem como a real assimilação deste novo conhecimento pelos consumidores.

Diante dos resultados das pesquisas avaliadas neste trabalho, pode-se citar que mesmo com as novas mudanças nos rótulos, propostas de melhorias contínuas devem ser estudadas para contribuir na interpretação das informações. Uma forma de melhoria seria o emprego de linguagem acessível, com nomenclaturas mais conhecidas pela população, com alertas ao consumidor sobre possíveis consequências para a saúde com o uso excessivo daquele produto ou de seus componentes. Além disso, o aumento do tamanho da letra e boa escolha das cores descritas na embalagem, podem melhorar a visibilidade das informações. Sugere-se, ainda, que a informação pode ser melhor compreendida, a médio e longo prazo, quando acompanhada de uma ação educativa, incluída transversalmente nas disciplinas do ensino fundamental e médio, bem como a presença do nutricionista nos espaços escolares e de assistência à saúde, ampliando o acesso às diretrizes de políticas públicas já existentes para uma alimentação saudável e adequada. Assim o papel dos profissionais de saúde, especialmente da Nutrição, enquanto agentes orientadores em contato direto com a população, podem promover um melhor acesso aos conteúdos apresentados nos rótulos de alimentos.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir, pelo presente estudo, que a legislação de alimentos é importante para se obter um padrão de rótulos, onde seja possível que o consumidor tenha acesso à informação necessária sobre o alimento que está consumindo. Percebe-se que apesar de uma parte dos indivíduos se preocuparem com a leitura dos rótulos e das informações nele descritas, a maioria atenta-se à data de validade, e outra grande parte, ao ler as informações não consegue ter um bom entendimento. Mesmo neste cenário, o consumidor cada vez mais busca por informações sobre o que consome, se importando com calorias, gorduras, sódio, proteínas e demais nutrientes ou substâncias presentes. Considerando os rótulos dos alimentos como ferramenta de segurança alimentar e nutricional, a conscientização dos consumidores leva a exigir uma rotulagem mais informativa, que os auxiliem em suas próprias escolhas alimentares.

REFERÊNCIAS

1. Cavada GS, Paiva FF, Helbig E, Borges LR. Rotulagem nutricional: você sabe o que está comendo? *Braz. J. Food Technol.* [Internet] 2012 [acesso em 29 jun 2022]; IVSSA:84–88, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/N9jx4GpQXGfbcRb5r6fp5XQ/?lang=pt&format=pdf>
2. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Universidade de Brasília. Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de Alimentos. 2º ed. Brasília [Internet] 2005 [acesso em 29 jun 2022]. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/33916/389979/Rotulagem+Nutricional+Obrigat%C3%B3ria+Manual+de+Orienta%C3%A7%C3%A3o+%C3%A0s+Ind%C3%BAstrias+de+Alimentos/ae72b30a-07af-42e2-8b76-10ff96b64ca4?version=1.0>
3. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Universidade de Brasília. Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação aos consumidores. 1ª Ed. Brasília [Internet] 2008 [acesso em 29 jun 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/manuais-guias-e-orientacoes/rotulagem-nutricional-obrigatoria-manual-de-orientacao-as-industrias-de-alimentos.pdf/view>
4. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. *Diário Oficial da União*. 26 dez 2003. Seção 1:33.
5. Paiva AJ, Henriques P. Adequação da rotulagem de alimentos diet e light ante a legislação específica. *Revista Baiana de Saúde Pública* [Internet] 2005 [acesso em 09 jun 2022]; 29(1):39–48. Disponível em: https://www.academia.edu/19753095/Adequa%C3%A7%C3%A3o_da_rotulagem_de_alimentos_diet_e_light_ante_a_legisla%C3%A7%C3%A3o_espec%C3%ADfica
6. FAO. Food and Agriculture Organization. About Codex Alimentarius. [Internet] 2022 [acesso em 29 jun 2022] Disponível em: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/#c453333>
7. Câmara MCC, Marinho CLC, Guilam MC, Braga AMCB. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. *Rev Panam Salud Publica.* [Internet] 2008 [acesso em 09 jun 2022] 23(1):52–58, 2008. Disponível em: <https://scielosp.org/article/rpsp/2008.v23n1/52-58/pt/>
8. Brasil. Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969. *Diário Oficial da União*. 21 out 1969. Seção 1:8935.
9. Carrilho T, Amaral F. Da Rotulagem de Géneros Alimentícios à Informação ao Consumidor. *Revista Nutricias.* [Internet] 2014 [acesso em 09 jun 2022]; 23:6–7.

Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/nut/n23/n23a02.pdf>

10. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. 23 set 2002. Diário Oficial da União. Seção 1:33.

11. Ferreira RM. Conhecimento de universitários sobre a rotulagem dos alimentos e informações nutricionais. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento [Internet] 2020 [Acesso em 09 jun 2022]; 9(8):e328985367. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/5367/4861/26763#:~:text=Verificou%2Dse%20que%20a%20maioria,escolha%20dos%20alimentos%20pelos%20consumidores.>

12. Feitoza JVF, Oliveira ENA, Feitosa BF, Oliveira Neto JO, Diniz Júnior LAM, Feitosa RM. Nutrition labeling and mandatory information on different brands of powdered chocolate. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável [Internet] 2017 [acesso em 08 jun 2022]; 12(3):547–551. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4791>

13. Martínez-Ávila D, Gomes L. Rotulagem alimentar e organização do conhecimento: alegações nutricionais e de saúde em relação ao açúcar. Liinc Em Revista [Internet] 2018 [acesso em 08 jun 2022]; 14.2:362–375. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/4313/3956>

14. Soares NR, Nunes TP. Avaliação da conformidade dos rótulos de produtos lácteos frente a legislação vigente e a percepção do consumidor sobre rotulagem. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento [Internet] 2021 [acesso em 09 jun 2022]; 10.3:e24110313223. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13223/11943>

15. Rodrigues RT. A importância do conhecimento e a clareza das informações na rotulagem de alimentos para a população alérgica: uma revisão da literatura. Research Society and Development [Internet] 2021 [acesso em 08 jun 2022]; 10(11):e324101119660. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/19660/17568/241364>

16. Machado PCI, Santos AM, Uggioni PL, Fabri RK, Müller J. Labeling of packaged foods in Brazil: Use of terms such as homemade, traditional, and the like. Revista de Nutrição [Internet] 2018 [acesso em 08 jun 2022]; 31(1):83–96. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/pBWwGfxdCRSYStpnhZ7gmZw/?lang=en#>

17. Taha MS, Javorsky AS, Viçosa CSCL, Soares EL, Sawitzki MC. Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinaridade no ensino de Ciências." Gôndola [Internet] 2017 [acesso em 08 jun 2022]; 12.2:131–141. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/11442/pdf>

18. Marzarotto B, Alves MK. Leitura de rótulos de alimentos por frequentadores de um estabelecimento comercial. *Ciência & Saúde* [Internet] 2017 [acesso em 09 jun 2022]; 10.2:102. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faenfi/article/view/24220>
19. Souza SMFC, Lima, KC, Miranda HF, Cavalcanti FID. Utilização da informação nutricional de rótulos por consumidores de Natal, Brasil. *Rev Panam Salud Publica* [Internet] 2011 [acesso em 29 jun 2022]; 29(5):337–343. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/rpsp/2011.v29n5/337-343/>
20. Gonçalves NA, Cecchi PP, Vieira RM, Santos MDA, Almeida TC. Rotulagem de alimentos e consumidor. *Nutrição Brasil*. [Internet] 2015 [acesso em 09 jun 2022]; 14(4):197–204. Disponível em: <https://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/nutricaoBrasil/article/viewFile/49/65>
21. Lindemann IL, Silva MT, César JG, Mendonza-Sassi RA. Leitura de rótulos alimentares entre usuários da atenção básica e fatores associados. *Cad. saúde colet*. [Internet] 2016 [acesso em 09 jun 2022]; 24(4):478–486. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-462X2016000400478&lang=pt
22. Leite AB, Lenquiste AS. Rotulagem nutricional de pães integrais: análise e conhecimento dos consumidores. *Colloquium Vitae* [Internet] 2017 [acesso em 08 jun 2022]; 9:150–157. Disponível em: <http://www.unoeste.br/site/enepe/2017/suplementos/area/Vitae/07%20-%20Nutri%C3%A7%C3%A3o/Rotulagem%20nutricional%20de%20p%C3%A3es%20integrais%20an%C3%A1lise%20e%20conhecimento%20dos%20consumidores.pdf>
23. Carvalho GR, Gandra FPP, Pereira RC, Dias LB, Angelis-Pereira MC. Percepção sobre mídia e comportamento na compra de alimentos: estudo com consumidores de dois municípios do sul de Minas Gerais. *Braz. J. Food Technol*. [Internet] 2019 [acesso em 29 jun 2022]; 22:e2018170. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/4Rr5SWfFvp6FdsqsQgKXjkz/?format=pdf&lang=pt>
24. Sousa LML, Stangarlin-Fiori L, Costa EHS, Furtado F, Medeiros CO. Uso da rotulagem nutricional e percepção sobre a confiabilidade das informações por consumidores. *Rev. Nutr.* [Internet] 2020 [acesso em 29 jun 2022]; 33:e190199. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/LMq9cCws9zg5CLp5S38yWvg/?format=pdf&lang=en>
25. Ricci BCSM, Brasil VS, Almeida SO. Labelling in self-service retail: can the presented form of nutritional information on packaging increase perceptions of healthiness and purchase intention? *Brazilian Journal of Marketing* [Internet] 2020 [acesso em 09 jun 2022]; 19.2: 427–447. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/remark/article/view/17776/8382>

26. Bandeira LM, Pedroso J, Toral N, Gubert, MB. Desempenho e percepção de modelos de rotulagem nutricional de frente de embalagem no Brasil. *Revista De Saúde Pública* [Internet] 2021 [acesso em 09 jun 2022]; 55:19. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/185587>
27. Krumreich F, Muniz D, Duarte J, Meira SMM. Conhecimento dos alunos do IFSul – câmpus Bagé sobre informações contidas em rótulos de alimentos. *Revista Thema* [Internet] 2021 [acesso em 08 jun 2022]; 19.2:367–378. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1202>
28. Polari AS, Bandeira L, Pedroso J, Gubert MB, Toral N. Efeito de cinco modelos de rotulagem nutricional frontal no tempo para escolhas alimentares entre brasileiros. *Demera* [Internet] 2021 [acesso em 08 jun 2022]; 16:e5950.1 Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/59501/40691>
29. Soares DJ, Neto LGM, Silva LMR. Análise do comportamento dos consumidores com relação à compreensão e entendimento das informações dos rótulos de alimentos. *Revista Agrotec.* [Internet] 2016 [acesso em 29 jun 2022]; 37(1):105–111. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/download/29961/15820/66057>
30. Hammerschmidt C, Spinillo CG. Considerações de legibilidade para rótulos de informações nutricionais: o papel da tipografia no acesso à informação por pessoas idosas com baixa visão. *InfoDesign: Revista Brasileira de Design da Informação* [Internet] 2021 [acesso em 09 jun 2022]; 18(2):84. Disponível em: <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/927>
31. Rojas CFU, Spinillo CG. Avaliação de advertências: Contribuições do design da informação para avaliação de eficácia comunicacional de rotulagem nutricional frontal. *InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação* [Internet] 2021 [acesso em 09 jun 2022]; 18(1). Disponível em: <https://infodesign.org.br/infodesign/article/view/877>
32. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Gerência-Geral de Alimentos Categorização de ingredientes derivados de vegetais. Documento de base para discussão regulatória. [Internet] 2020 [acesso em 29 jun 2022]. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/5833856/Documento+de+base+sobre+clean+label/118597ab-a9d8-4a14-af3e-39b5f4a88388?version=1.0>
33. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Queremos rótulos que ajudem o consumidor a comer bem. [Internet] 2018 [acesso em 29 jun 2022]. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=3530417&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=queremos-rotulos-que-ajudem-o-consumidor-a-comer-bem&redirect=http%3A%2F%2Fantigo.anvisa.gov.br%2Fresultado-de-

busca%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3DQueremos%2B r%25C3%25B3tulos%2Bque%2Bajudem%2Bo%2Bconsumidor%2Ba%2Bcomer%2Bbem.%26_3_cur%3D1%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_form at%3D%26_3_formDate%3D1441824476958&inheritRedirect=true

34. Longo-Silva G, Toloni MHA, Taddei JAAC. Traffic light labelling: traduzindo a rotulagem de alimentos. Rev. Nutr. [Internet] 2010 [acesso em 29 jun 2022]; 23(6):1031–1040. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732010000600009&script=sci_arttext

35. National Health Service. Food labels.[Internet] 2018 [acesso em 08 jun 2022]. Disponível em: <https://www.nhs.uk/live-well/eat-well/how-to-read-food-labels/>

36. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União. 09 out 2020. Seção 195:106.

37. Silva TBC, Ribeiro AQ, Santos CA, Almeida PHRF. Modelos de rotulagem nutricional frontal de alto conteúdo de nutrientes críticos comparado a outros modelos de rotulagem frontal nutricional: uma revisão sistemática. Brasília; 2019 [acesso em 29 jun 2022] Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/%281%29Modelos+de+rotulagem+nutricional+frontal+de+alto+conte%3BA+do+de+nutrientes+cr%3AD+ticos+comparado+a+outros+modelos+de+rotulagem+frontal+nutricional/03753db7-bfa4-4b58-9cb1-e47ededef051>

38. Gerência-Geral de Alimentos, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Relatório Preliminar de Análise de Impacto Regulatório sobre Rotulagem Nutricional. [Internet] 2018 [acesso em 29 jun 2022]. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/2977862/An%3A+lise+de+Impacto+Regulat%3B+rio+sobre+Rotulagem+Nutricional_+vers%3A3o+final+3.pdf/2c094688-ae4e-441d-a7f1-218336995337

39. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União. 09 out 2020. Seção 195: 113.

40. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Anvisa aprova norma sobre rotulagem nutricional [Internet] 2020 [acesso em 09 jun 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/aprovada-norma-sobre-rotulagem-nutricional>

41. Prux OI, Gonçalves MW. Rotulagem nutricional de alimentos e sua relação com os direitos da personalidade e com os direitos fundamentais. Revista de Dir., Globalização

e Responsabilidade nas Relações de Consumo [Internet] 2021 [acesso em 08 jun 2022];
7(1):20–39. Disponível em:
<https://indexlaw.org/index.php/revistadgrc/article/view/7651/pdf>

Capítulo 10

EMBALAGENS ATIVAS ANTIMICROBIANAS COMO MEDIDA DE PROTEÇÃO CONTRA COVID-19: UMA PESQUISA COM CONSUMIDORES

Marcela Mattos e Fontes^{ID}; Clara Suprani Marques^{ID*}; Taíla Veloso de Oliveira^{ID}; Nilda de Fátima Ferreira Soares^{ID}

Laboratório de Embalagens, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, Minas Gerais

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: supraniclara@gmail.com

Resumo: A pandemia de COVID-19 causou alterações no estilo de vida em âmbito global. Mudanças nos hábitos alimentares da população também foram verificadas. Considerando a insegurança dos consumidores em relação ao risco de contaminação com coronavírus via alimentos ou embalagens de alimentos, o presente trabalho propôs investigar se os consumidores brasileiros têm conhecimento sobre a existência de embalagens antimicrobianas e como eles percebem a aplicação dessa tecnologia no contexto da pandemia de COVID-19. Foi realizada uma pesquisa *on-line* com 288 consumidores, entre novembro de 2021 e março de 2022. O questionário consistia em seis questões sociodemográficas e doze questões específicas sobre embalagens ativas antimicrobianas e COVID-19. Os respondentes foram majoritariamente da região Sudeste (91,7%), do gênero feminino (62%), com idade entre 18 e 24 anos (36,5%). Preço, data de validade, marca e segurança microbiológicas foram considerados os quatro fatores mais relevantes na hora da compra de produtos alimentícios. Cerca de 51,7% dos participantes informaram terem medo de se contaminarem com COVID-19 por meio de alimentos/embalagens, e 52% afirmou que a rotina mudou durante a pandemia, independentemente do início da vacinação. Apesar de 44% dos indivíduos não conhecerem embalagens ativas antimicrobianas, 85% responderam que se sentiriam mais seguros consumindo produtos com essa tecnologia. Além disso, 61,1% disseram que estariam dispostos a pagar a mais pelo produto com essa embalagem. Os resultados indicam que os consumidores percebem as embalagens antimicrobianas como uma ferramenta de proteção contra COVID-19 e existe interesse em utilizar produtos com essa tecnologia.

Palavras-chave: embalagens ativas; COVID-19; pesquisa com consumidores

INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 alterou drasticamente o estilo de vida de indivíduos em todo planeta. Devido à alta taxa de transmissão do vírus SARS-CoV-2 e ausência de terapias e tratamentos precoces eficazes, intervenções não farmacológicas, como a higienização de mãos, uso contínuo de máscaras e distanciamento social, foram recomendadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) de forma a minimizar o contágio (1).

Mudanças no estilo de vida da população levaram a mudanças nos hábitos alimentares. Em uma pesquisa realizada, no Brasil, durante a pandemia, via questionários *on-line*, cerca de 70% dos 5.000 entrevistados responderam que têm medo de se contaminar com COVID-19 por meio de alimentos e/ou embalagens de alimentos. Além disso, cerca de 50% dos respondentes alegou receio de consumir alimentos preparados fora de casa (2). Em outra pesquisa realizada com 3.000 brasileiros, cerca de 17% dos participantes disseram não consumir alimentos preparados fora de casa durante a pandemia, aproximadamente 75% afirmaram que adotaram a prática de higienizar as embalagens de alimentos adquiridos em supermercado, e quase 57% responderam que sanitizavam embalagens de alimentos recebidos por sistema de *delivery* (1).

A propagação de COVID-19 via alimentos e/ou embalagens de alimentos é um assunto que ainda não foi completamente esclarecido. Alguns estudos relatam que o vírus já foi detectado em alimentos, embalagens e ambientes de armazenamento, o que desperta grande preocupação do setor alimentício e da população (3, 4). Além disso, recentemente foi divulgada uma nota do China CDC relacionando produtos congelados a sete surtos de COVID-19, que envolveram um total de 689 indivíduos acometidos (5).

Levando em consideração tanto a qualidade microbiológica dos alimentos quanto a segurança do consumidor, novas tecnologias capazes de atender a esses critérios são investigadas. Dentre elas, vale destacar as embalagens ativas antimicrobianas, uma classe de embalagens adicionadas de compostos capazes de inibir ou retardar o crescimento de microrganismos (6, 7). Essa tecnologia já é empregada há anos em países como Japão e Estados Unidos, e, durante a pandemia de COVID-19, algumas marcas brasileiras fizeram lançamento de embalagens com propriedades ativas no mercado nacional (8, 9, 10).

Considerando o risco de contaminação com o coronavírus por meio de embalagens e alimentos, bem como a insegurança dos consumidores em relação a esse risco, e considerando também a entrada da tecnologia de embalagens ativas no mercado nacional, o presente trabalho avaliou se os consumidores têm conhecimento sobre a existência de embalagens antimicrobianas e como eles percebem essa tecnologia no contexto da pandemia de COVID-19.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi do tipo transversal, realizado entre o período de novembro de 2021 e março de 2022, e contou com a participação de 288 indivíduos. Um questionário *on-line* (Google Forms®) contendo seis questões sociodemográficas e doze questões específicas sobre embalagens de alimentos e COVID-19 foi divulgado em redes sociais Whatsapp, Facebook e Instagram. Por envolver participação de seres humanos, a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa e aprovada (CAAE 52224521.7.0000.5153).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os participantes da pesquisa eram, em sua maioria, da região Sudeste do Brasil (91,7%), do gênero feminino (62,2%), com idade entre 18 e 24 anos (36,5%). Quanto ao grau de escolaridade, 33,3% afirmaram ter o ensino superior incompleto, e um número igual de respondentes afirmou ter ensino superior completo. Aproximadamente 56% dos respondentes declararam renda familiar de 1 a 6 salários mínimos, e 54,8% afirmaram morar em duas ou três pessoas.

De acordo com Figueiredo (2005) (11), há uma tendência de que indivíduos do gênero feminino adotem mais cuidados preventivos em relação à saúde do que indivíduos do gênero masculino, devido às características da identidade masculina vinculadas ao seu processo de socialização, o que pode explicar maior participação feminina entre os respondentes da pesquisa. A predominância das faixas etárias mais jovens com maior percentual de resposta, bem como de público universitário, pode ser explicada tanto pela compatibilidade com a faixa etária da pesquisadora responsável pela coleta de dados, uma vez que o questionário foi divulgado em grupos de contatos de redes sociais, quanto pelo fato de se tratar de uma pesquisa realizada em universidade.

Em relação às perguntas específicas sobre embalagens ativas e COVID-19, inicialmente, foi solicitado aos participantes para assinalarem, sem qualquer ordem em especial, os quatro principais fatores levados em consideração na hora da compra de produtos alimentícios, cujas respostas podem ser verificadas na Figura 1.

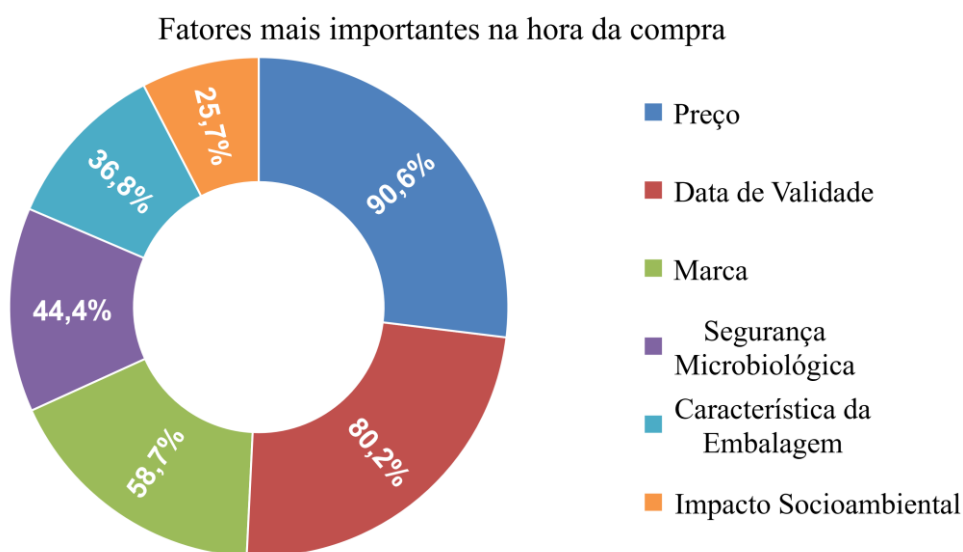


Figura 1 – Fatores considerados mais importantes na hora da compra de produtos alimentícios, em porcentagem.

Preço, data de validade do produto, marca e segurança microbiológica foram considerados, pelos respondentes da pesquisa, os quatro fatores mais importantes na hora da compra de produtos alimentícios, sendo que o fator preço foi considerado por 90,6% dos participantes. Contrariamente, uma pesquisa realizada, no Brasil, pela organização sem fins lucrativos Two Sides (12) revelou que os consumidores consideram a embalagem do produto como um dos principais fatores que influenciam na hora da

compra. Portanto, os resultados obtidos no presente trabalho podem ser um indicativo de mudança na percepção dos consumidores com relação ao consumo de produtos alimentícios. Dependendo do produto, por exemplo, o preço elevado pode ser um fator positivo ou negativo na hora da compra. Em uma pesquisa realizada por Loureiro (2020) (13) com consumidores de azeite, os participantes disseram associar preço elevado a maior qualidade do produto, sendo esse um fator de importância na hora da escolha do produto. A renda familiar também tem uma forte influência na hora compra de produtos. Ao investigar frequência de consumo de lácteos, Fibido et al. (2019) (14) perceberam que participantes com menor renda familiar consideraram o preço de produtos lácteos elevado, ao passo que participantes com maior renda familiar consideravam o preço justo.

De acordo com o Banco Central no Brasil (15), a inflação em 10,06% no ano de 2021, o maior nível desde 2015, foi afetada pela pandemia de COVID-19 e crise hídrica. Causas como essas podem ter contribuído para a relevância de determinados fatores em detrimento a outros, como características da embalagem, quesito considerado principal por outros autores, mas que ocupou a quinta posição nesta pesquisa.

São vários os fatores que influenciam na compra de produtos alimentícios e afetam diretamente a escolha do consumidor, como fisiológicos, sociais, culturais, econômicos e psicológicos. Fatores relacionados à segurança também estão fortemente associados às tomadas de decisões de compra pelos consumidores (16). Essa análise é compatível com os resultados obtidos, visto que os quesitos “Data de validade” e “Segurança Microbiológica, aspectos associados a saúde e segurança do consumidor, foram, respectivamente, o segundo e o quarto itens mais assinalados.

Em seguida, os participantes da pesquisa foram questionados em relação a mudanças de hábito quanto à alimentação durante a pandemia: cerca de 75% responderam que a rotina em relação a compras mudou com a pandemia, sendo que, para 52%, a mudança persistiu independentemente do início do esquema vacinal. Em relação às mudanças verificadas na rotina, as respostas estão apresentadas na Tabela 1. Além disso, 51,7% dos respondentes disseram ter medo de se contaminar com COVID-19 por meio de alimentos e/ou embalagens.

Tabela 1 – Mudanças de hábitos percebidas pelos participantes durante a pandemia de COVID-19.

Mudanças	% de respostas
Adquiriu o hábito de higienizar as embalagens dos alimentos e continua com o hábito até hoje	49,5% (n=107)
Passou a consumir mais alimentos frescos do que industrializados	36,1% (n=78)
Adquiriu o hábito de higienizar as embalagens dos alimentos, porém parou após a vacinação	34,7% (n=75)
Dá preferência à compra de produtos cuja embalagem é mais fácil de ser higienizada	24,5% (n=53)
Sente-se inseguro para comprar/consumir determinados alimentos	23,1% (n=50)

Evitou o consumo de alimentos preparados fora de casa até o período anterior à vacinação	19,0% (n=41)
Passou a consumir mais alimentos preparados fora de casa, como <i>delivery</i> , por exemplo	18,5% (n=40)
Evita até hoje o consumo de alimentos preparados fora de casa	13,0% (n=28)
Passou a consumir mais alimentos industrializados do que frescos	3,2% (n=7)

Com o início da pandemia de COVID-19, mudanças nos hábitos de higiene e alimentação foram percebidos em âmbito global como consequência do medo de adoecer e da necessidade de se proteger do vírus (17, 18). Em pesquisa realizada na região Sul do país, Gonçalves et al. (2021) (19) observaram que apenas 31,7% dos entrevistados afirmaram higienizar alimentos antes da pandemia. Durante a pandemia, esse número saltou para 94,2%. Além disso, aproximadamente 95% dos indivíduos entrevistados afirmaram ter aumentado a frequência de lavagem das mãos durante o período pandêmico. Quando questionados sobre a higienização de alimentos após 3 meses de pandemia, 53,9% dos participantes disse continuar com a prática, um número semelhante ao encontrado na presente pesquisa, em que 49,5% dos participantes cuja rotina foi alterada na pandemia alegaram continuar com a higienização de alimentos até os dias atuais.

Em pesquisa com consumidores de Ponta Grossa, Paraná, Medeiros e Mascarenhas (2021) (20) também verificaram alterações na rotina dos consumidores em decorrência da pandemia de COVID-19, como diminuição no consumo de alimentos preparados fora de casa e aumento da prática de cozinhar em casa. De forma semelhante, Sant’Ana et al. (2021) (21) verificaram aumento de compras realizadas pela internet durante a pandemia, em que 95% dos participantes afirmaram ter usado a internet para realizar compras durante a pandemia. No período pré-COVID, 76% dos indivíduos utilizava dessa ferramenta.

Quando questionados sobre uso de tecidos com propriedades antivirais na pandemia, 76,4% disse considerar máscaras elaboradas com esses tecidos mais seguras do que máscaras convencionais (Tabela 2), no entanto, apenas 38,5% dos participantes fazia uso desse tipo de produto.

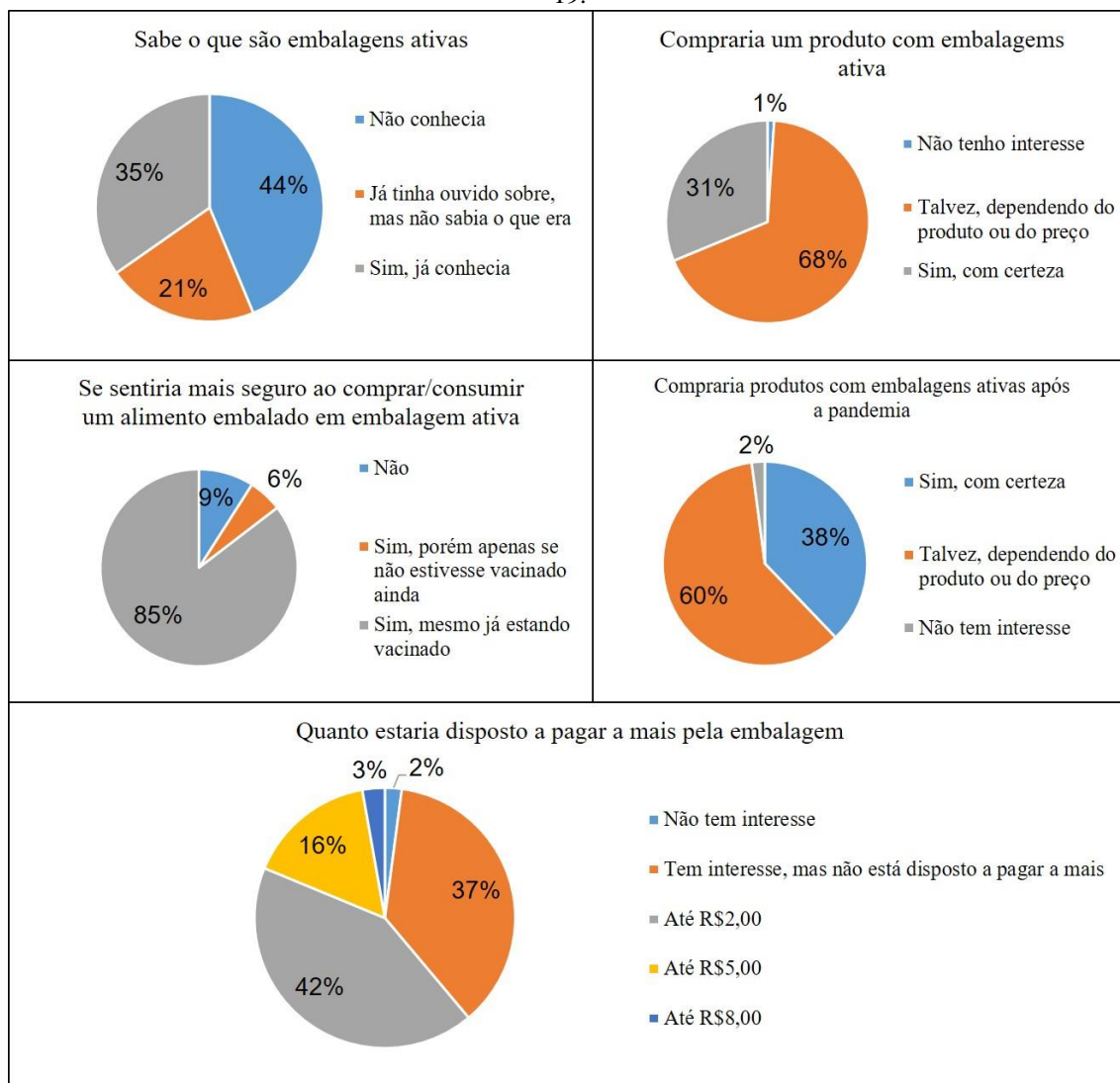
Tabela 2 – Respostas dos participantes sobre tecidos antivirais.

Pergunta	Sim	Não
Já adquiriu máscaras ou peças de roupa com tecido antiviral?	38,5% (n=111)	61,5% (n=177)
Considera máscaras antivirais mais seguras contra o coronavírus do que máscaras convencionais?	76,4% (n=220)	23,6% (n=68)

Na questão nº 13, foi fornecido aos participantes um pequeno texto de apoio explicando, brevemente, o que eram as embalagens ativas antimicrobianas e, dessa

questão em diante, foi avaliado tanto o conhecimento dos participantes sobre embalagens ativas quanto o interesse na tecnologia e intenção de compra (Figura 2).

Figura 2 – Respostas dos participantes sobre embalagens ativas antimicrobianas e pandemia de COVID-19.



Nascimento et al. (2021) (22) discutiram que o Brasil aparece em sexto lugar no *ranking* de países que estudam embalagens ativas, com 388 publicações. EUA, por exemplo, aparece em primeiro lugar, com mais de mil publicações. Apesar do país ser um dos líderes mundiais neste quesito, nota-se que existe uma distância entre os conhecimentos Acadêmicos e a sociedade, visto que 44% dos participantes não conhecia o termo “embalagem ativa” e 21% já tinha ouvido falar, porém não sabia exatamente do que tratava (Figura 2). O fato ainda de não haver uma legislação específica, no Brasil, sobre o uso de embalagens ativas, também pode ser considerado como mais um fator que contribui para essa lacuna. Para a confecção de embalagens ativas, é necessário considerar a lista positiva de aditivos aprovados pela ANVISA para materiais plásticos destinados à elaboração de embalagens e equipamentos em contato com alimentos (23). Espera-se que,

à medida que forem estabelecidos os requisitos legais e os investidores reconhecerem os benefícios do uso dessa tecnologia, os consumidores tenham um maior conhecimento sobre o assunto.

Após leitura do texto de apoio, 31% dos participantes afirmou que compraria um produto com embalagem ativa antimicrobiana, e 68% mostraram interesse na aquisição de produtos com embalagem antimicrobiana a depender do preço ofertado. Além disso, 85% dos entrevistados afirmaram que se sentiriam mais seguros ao consumir produtos com embalagens ativas independentemente de estarem vacinados contra COVID-19. Foi verificado também que o interesse pelas embalagens ativas pode continuar após o fim da pandemia, uma vez que 38% dos participantes respondeu que consumiria produtos com essa embalagem em um cenário pós-COVID-19, e 60% mostrou-se inclinado a consumir a depender do preço. Em relação ao custo, 61% dos respondentes mostraram-se dispostos a pagar a mais por produtos com embalagens ativas.

Quando questionados sobre quais informações os consumidores consideram importantes constar no rótulo de produtos com embalagens ativas antimicrobianas, a porcentagem de eliminação de microrganismo ficou em primeiro lugar na lista, sendo considerada por quase 80% dos participantes (Tabela 3). O microrganismo alvo do agente antimicrobiano ficou em segundo lugar, e o local da embalagem onde o antimicrobiano foi adicionado aparece em terceiro lugar na lista, sendo considerado por aproximadamente 62% dos participantes.

Tabela 3 – Informações importantes que devem constar no rótulo de uma embalagem ativa antimicrobiana, de acordo com os respondentes.

Informações	% de respostas
Porcentagem de eliminação (ex: elimina até 99,9% dos microrganismos)	79,5% (n=229)
Microrganismo alvo (fungo, bactéria, vírus)	72,2% (n=208)
Local da embalagem onde o antimicrobiano está presente (ex: tampa, sachê, etc...)	61,8% (n=178)
Tipo de agente antimicrobiano usado (ex: nanopartícula de prata, óleo essencial, etc...)	51,7% (n=149)
Mecanismo de ação do antimicrobiano	43,1% (n=124)

Os resultados alcançados mostram interesse dos consumidores pela tecnologia e que, possivelmente, existe no Brasil mercado favorável para embalagens ativas. Tal resultado é interessante e diverge, por exemplo, dos resultados encontrados por Sodano et al. (2016) (24), que averiguaram relutância dos consumidores italianos em relação a novas tecnologias propostas para conservação de alimentos, dentre elas, embalagens ativas. De fato, a neofobia, ou seja, aversão ao novo, é uma realidade na área de alimentos, e várias tecnologias emergentes, como a irradiação, sofrem desconfiança do público (25).

O elevado interesse dos participantes da pesquisa por embalagens ativas pode ser justificado por três motivos. Primeiramente, é possível que a deflagração da pandemia de COVID-19 possa ter ampliado a conscientização da população sobre doenças causadas por microrganismos e, dessa forma, aumentado o interesse dos indivíduos por tecnologias antimicrobianas. Uma segunda possibilidade está relacionada a faixa etária e grau de escolaridade dos avaliadores. Em pesquisa conduzida por Ribeiro (2021) (26), a aceitação

de novas tecnologias pelo público esteve relacionada com a idade do público participante e grau de escolaridade, sendo que indivíduos mais idosos e com menor grau de escolaridade demonstraram maior grau de neofobia do que indivíduos mais jovens e com maior grau de escolaridade. Uma vez que o perfil dos respondentes da presente pesquisa mostrou-se mais jovem e com maior grau de escolaridade, é possível que esse público seja mais propenso a aceitar novas tecnologias.

Uma terceira explicação plausível é em relação ao fornecimento de um texto de apoio no questionário, explicando aos respondentes do que se tratava o termo embalagens ativas. O efeito da informação é bem discutido na literatura, podendo contribuir para aumentar a aceitabilidade de determinados produtos pelos avaliadores. A informação fornecida aumenta o conhecimento do consumidor sobre o assunto em questão e, conseqüentemente, sua segurança em relação ao produto (26, 27).

CONCLUSÕES

A pesquisa identificou um público receptivo à tecnologia de embalagens ativas no Brasil, no contexto da pandemia de COVID-19. Os participantes percebem a tecnologia como uma ferramenta auxiliar de proteção contra o vírus e mostraram interesse em consumir produtos com a embalagem. Embora mais da metade dos respondentes tenha respondido que estaria disposto a pagar a mais pela tecnologia, não se pode ignorar que, para cerca de 90% dos indivíduos, o preço do produto é considerado um dos fatores mais importantes na hora da compra. Dessa forma, seria interessante associar embalagens ativas a produtos diferenciados e de custo usualmente mais elevado, pelos quais os consumidores já estão habituados a pagar a mais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento de bolsa de Iniciação Científica (processo nº 147055/2021-0). Os autores também são gratos a todos os 288 indivíduos que participaram da pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Malta DC, Szwarcwald CL, Barros MBA, Gomes CS, Machado IE, Souza Jr PRB, Romero DE, Lima MG, Damacena GN, Pina MF, Freitas MIF, Werneck AO, Silva DRP, Azevedo LO, Gracie R. A pandemia da COVID-19 e as mudanças no estilo de vida dos brasileiros adultos: um estudo transversal, 2020. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2020;29:4.
2. Tribst AAL, Tramontt CR, Baraldi LG. Factors associated with diet changes during the COVID-19 pandemic period in Brazilian adults: Time, skills, habits, feelings and beliefs. *Appetite*. 2021;163:105220.
3. Han J, Zhang X, He S, Jia P. Can the coronavirus disease be transmitted from food? A review of evidence, risks, policies and knowledge gaps. *Environ. Chem.*

Lett. 2020;19(1):5-16.

4. Hu L, Gao J, Yao L, Zeng L, Liu Q, Zhou Q, Zhang H, Lu D, Fu J, Liu QS, Li M, Zhao X, Hou X, Shi J, Liu L, Guo Y, Wang Y, Ying GG, Cai Y, Yao M, Cai Z, Wu Y, Qu G, Jiang G. Evidence of Foodborne Transmission of the Coronavirus (COVID-19) through the Animal Products Food Supply Chain. *Environ. Sci. Technol.* 2021;55:2713–2716.
5. China CDC Weekly. Perspectives: COVID-19 outbreaks linked to imported frozen food in China: status and challenge. 2022. Disponível em: <https://weekly.chinacdc.cn/en/article/doi/10.46234/ccdcw2022.072>
6. Pascuta MS, Vodnar DC. Nanocarriers for sustainable active packaging: An overview during and post COVID-19. *Coatings.* 2022;12(1):102.
7. Barone AS, Matheus JRV, de Souza TSP, Moreira RFA, Fai AEC. Green-based active packaging: opportunities beyond COVID-19, food applications, and perspectives in circular economy – A brief review. *Compr. Rev. Food Sci.* 2021;20(5):4881-4905.
8. Restuccia D, Salomone R, Spizzirri UG, Saija G, Ioppolo G, Parisi OI, Picci N. Industrial applications: regulatory issues and life cycle assessment of food packaging (Chapter 16). In: Barros-Velazques J, organizer, Antimicrobial Food Packaging. Amsterdam: Academic Press; 2016; p. 215-227.
9. ABRE. Associação Brasileira de Embalagem. Irani amplia oferta de produto no mercado de embalagens sustentáveis com linha antimicrobiana. 2022. [acesso em 09 Jul 2022] Disponível em: <https://www.abre.org.br/sustentabilidade/irani-amplia-oferta-de-produto-no-mercado-de-embalagens-sustentaveis-com-linha-antimicrobiana/>
10. ABRE. Associação Brasileira de Embalagem. Adimax é pioneira no setor pet food em adotar embalagem com antiviral. 2022. [acesso em 09 Jul 2022] Disponível em: <https://www.abre.org.br/inovacao/adimax-e-pioneira-no-setor-pet-food-em-adotar-embalagem-com-antiviral/>
11. Figueiredo W. Assistência à saúde dos homens: um desafio para os serviços de atenção primária. *Ciênc. Saúde Colet.* 2005;10:105-109.
12. Embalagem e Marca. Pesquisa mostra importância da embalagem na decisão de compra. 2019. [acesso em 10 jul 2022] Disponível em: <https://embalagemmarca.com.br/2019/04/pesquisa-mostra-importancia-da-embalagem-na-decisao-de-compra/>
13. Loureiro MOS. Fatores que influenciam os consumidores na decisão de compra de azeites: um estudo em Portugal e no Brasil [dissertação]. Lisboa: Escola Superior de Lisboa; 2020.

14. Fibido GS, Siquieri JPA, Bacarji AG. Perfil dos consumidores de alimentos lácteos funcionais em Cuiabá-MT. *Revista Princípia – Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*. 2019;45:31-39.
15. Neto RC. Entenda os fatores que pressionam a inflação no Brasil e no mundo [Internet]. Agência Brasil; 2022 [acesso em 09 Jul 2022] Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-01/entenda-os-fatores-que-pressionam-inflacao-no-Brasil-e-no-mundo>
16. Sousa AA, Bueno MP, Araújo GC, Lima Filho DO. Fatores motivacionais determinantes na compra de produtos alimentícios. XIII Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP [Internet]. 2006. [acesso em 09 Jul 2022] Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/861.pdf
17. Oniszczenko W. Anxious temperament and cyberchondria as mediated by fear of COVID-19 infection: a cross-sectional study. *PLoS ONE* 2021;16(8):e0255750.
18. Al-Musharaf S, Aljuraiban G, Bogis R, Alnafisah R, Aldhwayan M, Tahrani A. Lifestyle changes associated with COVID-19 quarantine among young Saudi women: a prospective study. *PLoS ONE* 2021;16(4):e0250625.
19. Gonçalves BM, Toriani SS. Hábitos relacionados à higiene alimentar em tempos de COVID-19: uma pesquisa com estudantes de uma instituição de ensino superior privada de Joinville (SC). *Braz. J. Dev.* 2021;7:2.
20. Medeiros ML, Mascarenhas RGT. Comportamento do consumidor durante a pandemia de COVID-19: estudo das práticas de consumo alimentar em Ponta Grossa (PR). *Management in Perspective* 2021;2(1):4-36.
21. Sant’Ana MP, Silva GC, Diogo NG, Nose ET. Comportamento do consumidor durante a pandemia da COVID-19. *Revista de Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia* 2021;7:2.
22. Nascimento SS, Delfino AV, Abreu FC, Santos DM. Prospecção tecnológica sobre embalagens ativas para alimentos. *Cadernos de Prospecção* 2021;14(4):1310-1325.
23. Brasil. RDC nº 17, de 17 de março de 2008. Dispõe sobre Regulamento Técnico sobre Lista positiva de aditivos para materiais plásticos destinados à elaboração de embalagens e equipamentos em contato com alimentos. *Diário Oficial da União*. 18 mar 2008; Poder Executivo.
24. Sodano V, Gorgitano MT, Verneau F, Vitale CD. Consumer acceptance of food nanotechnology in Italy. *Brit. Food J.* 2016;118(3):714-733.
25. Ribeiro SF. Percepção do consumidor em relação às tecnologias empregadas na

- conservação de frutas e hortaliças e a neofobia de tecnologia de alimentos. [monografia]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2021.
26. Rodrigues FM, Efeito da alta pressão hidrostática sobre as propriedades físico químicas, microbiológicas e sensoriais de queijo Minas Frescal com redução de sódio [tese]. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2016.
27. Cócaro ES. Desenvolvimento de produto tipo hambúrguer de frango adicionado de linhaça dourada [tese]; Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2019.

Capítulo 11

INFLUÊNCIA DA CULTURA ALIMENTAR JAPONESA NA REGIÃO OESTE DO PARÁ

Aliza Thieko Fernandes Taketomi *; Sabrina Emily Pedroso Vidal ; Élcio Meira da Fonseca Júnior ; Maria Lita Padinha Correa Romano ; Fabrizia Sayuri Otani 

*Aliza Thieko Fernandes Taketomi – Email: thiekotaketomi@gmail.com

Resumo: O consumo da culinária japonesa ocorre nas metrópoles brasileiras, compondo com a pluralidade gastronômica nacional e regional, um cenário instigante de pesquisa sobre os processos e as manifestações culturais no mundo contemporâneo. Nas últimas décadas, a crescente aceitação de uma dieta mais diversificada de alimentos para manter a saúde, contribuiu para um aumento sem precedentes da culinária japonesa no exterior, com o crescimento intenso do número de restaurantes japoneses nas principais cidades do mundo. Assim, o trabalho objetivou analisar a influência da cultura alimentar japonesa na alimentação da população residente na região oeste do Pará, e o perfil desses consumidores. Os dados da pesquisa foram coletados por meio de questionário online, onde foram feitas nove perguntas com respostas estruturadas, sobre o perfil dos participantes e a influência da cultura alimentar japonesa nos hábitos alimentares desses consumidores. Os resultados foram analisados no programa Microsoft Excel®, do pacote Microsoft Office®, para estatística descritiva dos dados, em porcentagem. Foram registradas 475 respostas no questionário online, durante o mês de junho de 2022, por um período de 15 dias. Na região oeste do Pará, a maioria dos participantes (54,53%) são residentes do município de Santarém, do gênero feminino, com renda familiar *per capita* até um salário mínimo e não apresentam ascendência japonesa e/ou convivem com descendentes japoneses. A cultura alimentar japonesa influencia o hábito alimentar de parte da população, principalmente no consumo de produtos como shoyu (molho de soja), lamen (macarrão instantâneo/miojo), sushi, sashimi e yakissoba -pratos da culinária japonesa.

Palavras-chave: consumo; culinária japonesa; hábito alimentar

INTRODUÇÃO

A culinária japonesa é consumida nas grandes e médias metrópoles brasileiras, compondo com a pluralidade gastronômica nacional e regional, um cenário instigante de pesquisa sobre os processos e as manifestações culturais no mundo contemporâneo (1).

A comida não se resume a uma substância alimentar, ela traz consigo aspectos intimamente associados a fatores sociais (2). Segundo Flandrin et. al. (3), a alimentação torna-se gradativamente fator principal da estruturação dos grupos, de expressão de identidade própria e origem de um pensamento simbólico. Os hábitos alimentares fazem parte de um conjunto cultural completo de símbolos, significados e classificações, de modo que nenhum alimento está livre das ligações culturais que a sociedade lhes concede (2).

No Japão, a cultura alimentar japonesa, baseada no consumo do arroz, prosperou conforme a entrada do cultivo do arroz úmido vindo da Ásia há mais de dois mil anos (4). Assim, no período Edo (1603-1868), o costume de servir o arroz com vegetais da estação, peixes e outros frutos do mar atingiu uma forma altamente sofisticada e perdura como a essência da culinária nativa japonesa (4).

A imigração dos japoneses no Brasil e em sequência na Amazônia não foi um acontecimento isolado ou que se deu ao acaso. O Brasil necessitava de mão de obra para o desenvolvimento da região amazônica e o Japão precisava emigrar uma parte da sua população por conta do excesso de camponeses que viviam em condições precárias pós-guerras (5).

No Estado do Pará, as famílias japonesas começaram a chegar a partir de 1929 e, diferente do que ocorreu no Estado de São Paulo, no início do século, quando a imigração era direcionada para as lavouras cafeeiras, os japoneses que aqui aportaram se destinavam ao povoamento da região amazônica, satisfazendo, assim, interesses bilaterais entre as nações envolvidas (6). Ao chegarem, depararam-se com costumes alimentares totalmente diferentes dos habituais no Japão, por exemplo, a preparação do feijão era com sal, contrastando com o feijão doce apreciado pelos japoneses, o arroz era temperado com gordura de porco e sal, ao contrário da receita japonesa, não tinham disponibilidade de várias verduras, legumes, peixes e algas comuns e essenciais nas refeições diárias dos imigrantes japoneses (7).

Para minimizar o choque cultural alimentar, os colonos japoneses fixados no Pará, iniciaram o plantio para o próprio consumo, de arroz e hortaliças, alimentos que já faziam parte da dieta alimentar nipônica na época (5). Assim, eles introduziram novos itens na mesa dos brasileiros, trazendo diferentes sabores e cores para as refeições (7).

A principal dificuldade que os imigrantes japoneses encontraram foi o fato dos paraenses não terem o costume de consumir hortaliças. Somente as pessoas com condições financeiras altas é que consumiam legumes e verduras, na época. As pessoas de estratos socioeconômicos menos favorecidas nunca haviam consumido ou nem mesmo visto tais produtos alimentares comuns na dieta japonesa. A missão de introduzir aos poucos esse tipo de alimento no cardápio e no gosto dos paraenses foi difícil (5). No entanto, nas últimas décadas, a crescente aceitação da importância de uma dieta mais diversificada de alimentos para manter a saúde, contribuiu para um aumento sem precedentes da culinária japonesa no exterior, com o crescimento intenso do número de restaurantes japoneses nas principais cidades do mundo (4).

Diferente de outras cozinhas e resistente aos avanços tecnológicos, a cozinha tradicional japonesa é valorizada por sua simplicidade, respeito à sazonalidade dos alimentos, manutenção da forma natural dos ingredientes e por sempre ser servida sem excessos, para não gerar desperdícios (8).

O território denominado região oeste do Pará é constituído por 19 municípios: Alenquer, Almeirim, Aveiro, Belterra, Curuá, Faro, Itaituba, Jacareacanga, Juruti, Mojuí dos Campos, Monte Alegre, Novo Progresso, Óbidos, Oriximiná, Prainha, Rurópolis, Santarém, Terra Santa e Trairão (9). A maioria dos imigrantes japoneses foram encaminhados para residirem na região da cidade de Tomé-Açú, em 1929, a aproximadamente 230 km da capital paraense Belém (6), mas posteriormente, os imigrantes e seus descendentes, ocuparam todo estado.

Não existem trabalhos que estudaram a influência da cultura alimentar japonesa nos hábitos alimentares da região oeste do Pará. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência da cultura alimentar japonesa na alimentação da população residente na região oeste do Pará, assim como estudar o perfil desses consumidores.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi aplicada no mês de junho de 2022, com a coleta de dados por um período de quinze dias. Os dados do trabalho foram coletados por meio de questionário online do programa Google Formulários[®], do pacote Google Works[®]. Inicialmente, nove perguntas com respostas semi-estruturadas foram feitas e aplicadas para um grupo de participantes, para validação do questionário. Após sugestões e ajustes, o formulário online foi divulgado para coleta de dados.

Os participantes espontaneamente responderam à pesquisa, após assinalarem livre consentimento de participação. Foram feitas nove perguntas com respostas estruturadas, divididas em dois grupos, um para conhecimento do perfil de participantes e outro grupo para análise da influência da cultura alimentar japonesa nos hábitos alimentares. Foram questionadas as informações de idade do participante, gênero, perfil de renda familiar, ascendência japonesa e cidade de residência na região oeste do Pará. Para o estudo da influência japonesa nos participantes, foram questionadas informações sobre o perfil de cardápio das refeições e consumo de alguns alimentos de origem vegetal e animal, típicos da culinária japonesa, presentes no cotidiano alimentar dos brasileiros.

A divulgação da pesquisa foi feita nas mídias sociais, nas plataformas Instagram[®], WhatsApp[®] e Facebook[®], entre residentes da região oeste do Pará, compreendendo os municípios de Alenquer, Belterra, Curuá, Itaituba, Juruti, Mojuí dos Campos, Monte Alegre, Óbidos, Oriximiná, Prainha, Rurópolis, Santarém e Terra Santa.

Os resultados foram analisados no programa Microsoft Excel[®], do pacote Microsoft Office[®], para estatística descritiva dos dados, em porcentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo obteve 475 respostas ao formulário online, de participantes da região oeste do Pará. Do total desses participantes, 10,53% foram do município de Alenquer, 1,26% de Belterra, 0,21% de Curuá, 3,58% de Itaituba, 7,16% de Juruti, 4,42% de Mojuí dos Campos, 5,26% de Monte Alegre, 2,53% de Óbidos, 6,53% de Oriximiná, 0,21% de Prainha, 3,58% de Rurópolis, 54,53% de Santarém e 0,21% de Terra Santa (Figura 1).

Segundo dados do IBGE (10), a população estimada de Alenquer é de 57.390 pessoas, Belterra 17.944 pessoas, Curuá 14.776 pessoas, Itaituba 101.541 pessoas, Juruti 59.961 pessoas, Mojuí dos Campos 16.282 pessoas, Monte Alegre 58.289 pessoas, Óbidos 52.473 pessoas, Oriximiná 74.921 pessoas, Prainha 29.827 pessoas, Rurópolis 52.473 pessoas, Santarém 308.339 pessoas e Terra Santa 19.063 pessoas.

Santarém é o município com maior número de habitantes da região oeste do Pará, e assim como no número populacional, a pesquisa obteve maior número de respostas deste município. A cidade está localizada estrategicamente, na confluência dos rios Tapajós com o Amazonas, entre Belém e Manaus, e essa localização geográfica tem importância histórica econômica de entreposto comercial. Também contribuíram para a importância de centro urbano ao município as rodovias, o porto, o garimpo e a produção de soja mais recentemente (11).

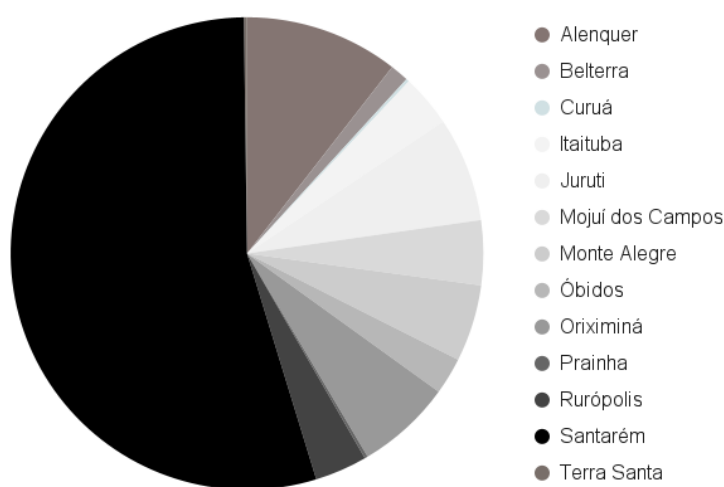


Figura 1- Participantes dos municípios do Oeste do Pará da pesquisa: influência da cultura alimentar japonesa na região Oeste do Pará.

Os municípios da região destacam-se em atividades econômicas relacionadas com geração de energia, exploração dos recursos minerais, produção de ferro-gusa, e expansão da cadeia produtiva da agricultura e pecuária, onde se predomina a produção de carne, leite e seus derivados, além da atividade madeireira (12). O perfil econômico da região no agronegócio corroborou com o interesse dos imigrantes japoneses, em meados de 1929, que migraram com a expectativa de atuação na agricultura (1). O estado do Pará conta, segundo mais recente Censo Demográfico do IBGE (10), com mais de 5 milhões de residentes urbanos, e mais de 2 milhões de residentes rurais.

Do total de participantes em relação ao gênero, 72% foram participantes do gênero feminino, 27,37% foram participantes masculinos, 0,42% responderam a opção “outros” e 0,21% responderam que preferiam não dizer. Segundo Censo Demográfico mais recente do IBGE (10), o Brasil apresenta maior número de mulheres, contabilizando 97.348.809 brasileiras, em relação à 93.406.990 homens compondo a população brasileira. No entanto, no estado do Pará, a maioria dos paraenses são homens, com 3.821.837 de paraenses homens, e 3.759.214 mulheres.

Em relação à idade dos participantes, 3,37% responderam ter entre 17 anos ou menos, 68,84% responderam ter entre 18 a 29 anos, 23,37% responderam ter entre 30 a 49 anos, 4,21% responderam ter entre 50 a 69 anos e 0,21% responderam ter entre 70 anos ou mais. Segundo Censo Demográfico do IBGE (10), a população paraense com idade de zero até de 19 anos consta o total de 3.141.578 de paraenses, a faixa de idade de 20 a 29 anos conta com 1.456.469 paraenses, a faixa de idade de 30 a 49 anos conta com 1.920.633 pessoas, a faixa de idade de 50 a 69 anos compreende o número de 836.059 paraenses, e de acima de 70 anos, há 226.312 paraenses.

Ao analisar a renda familiar *per capita*, a faixa de até 1 salário mínimo (R\$ 1.212) obteve maior porcentagem de respostas, em 46,11% dos participantes, seguido da faixa de renda familiar de 1 a 3 salários mínimos com 34,95%, 3 a 6 salários mínimos com 12% e acima de 6 salários mínimos com 6,95% dos participantes.

Para estudar a influência da cultura alimentar japonesa nos hábitos alimentares dos participantes, questionou-se inicialmente sobre os participantes terem ascendência e/ou conviverem com descendentes japoneses, e como resposta, 83,58% dos participantes responderam que não tinham ascendência e/ou conviviam com descendentes japoneses e 16,42% responderam afirmativamente.

Ambientes alimentares e comportamento alimentar de familiares são fatores de influência na dieta e preferências alimentares de crianças a adolescentes (13). O questionamento no presente trabalho da ascendência japonesa e/ou convivência com descendentes, indicou que apenas uma parcela de 16,42% dos participantes poderia ser influenciada pelo ambiente e comportamento alimentar no hábito de consumo de alimentos da culinária japonesa.

Quando questionados sobre o perfil de refeições que mais se aproxima de sua rotina diária alimentar, a opção café com pão, Almoço completo (ex.: carne/peixe, arroz, salada, sopa), Jantar completo (ex.: carne/peixe, arroz, salada, sopa) obteve maior porcentagem de preferência em 44,63% dos participantes. Em seguida, a opção Café com pão, Almoço incompleto (ex.: apenas arroz/macarrão e carne/peixe), Jantar simples (ex.: sopa, mingau, sanduíche) obteve a porcentagem de 35,37% dos participantes. Refeição completa no café da manhã (ex.: carne/peixe, arroz, salada, sopa), Almoço completo (ex.: carne/peixe, arroz, salada, sopa), Jantar completo (ex.: carne/peixe, arroz, salada, sopa), e Lanches entre cada refeição obteve porcentagem de 7,58% dos participantes. Refeição completa no café da manhã (ex.: carne/peixe, arroz, salada, sopa), Almoço completo (ex.: carne/peixe, arroz, salada, sopa), Jantar simples (ex.: sopa, mingau, sanduíche) obteve porcentagem de 6,32% dos participantes e Jejum no café da manhã, Almoço incompleto (ex.: apenas arroz/macarrão e carne/peixe), Jejum no Jantar obteve porcentagem de 6,11% dos participantes.

O café da manhã tradicional japonês é rico em proteínas (de peixe, soja e ovo), vitaminas e minerais (de algas wakame, tofu e vegetais) e pobre em gordura, e a população japonesa acredita que seja mais saudável do que o café da manhã "ocidental" - que no Japão geralmente consistem em pão, com adição de carne, ovos ou laticínios (14). O *costume do asagohan (arroz da manhã), vem da culinária tradicional japonesa que está centrada no arroz, que é servido com itens como sopa miso, peixe, hijiki (vegetais do mar), hiyayakko (tofu frio), tamagoyaki (omelete japonesa) e tsukemono (pickles)* (4).

Quando questionados se têm conhecimento da influência da culinária japonesa sobre sua rotina diária alimentar (ingredientes e/ou hábitos), os participantes responderam

que não tinham conhecimento, em 53,47% das respostas, seguido da opção “sim, tenho influência” com 31,16% e a opção “sim, não tenho influência” com 15,37% dos participantes.

Ao perguntar qual dos alimentos da culinária japonesa citados já haviam consumido, os resultados foram separados em duas categorias: ingredientes e pratos prontos. Para os ingredientes, a opção Shoyu (molho de soja) obteve 79,16% e Wakame, Nori, Furikake, Kombu (produtos contendo algas marinhas) 18,32%. Para os pratos prontos a opção Missoshiru (sopa feita com pasta de soja fermentada) obteve 7,79%; Tofu (pasta de soja) 10,11%; Gohan (arroz japonês) 24,84%; Lámen (macarrão instantâneo/miojo) 71,58%; Karê (curry/caril japonês) 15,79%; Yakult (leite fermentado) 25,47%; Sushi, Sashimi, Yakissoba (pratos da culinária japonesa) 63,16%; e “nunca consumi os alimentos citados” com 6,11%. Além disso, foi acrescentado como resposta pelos participantes, Hot com 0,21%, Kani, Sunomono com 0,21%, Sakê com 0,21% e já provei alguns mas não gostei com 0,21% (Figura 2).

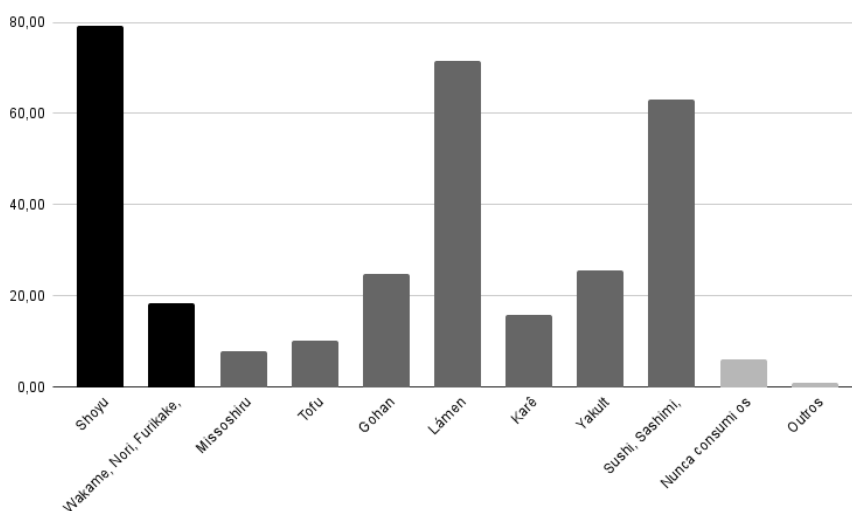


Figura 2 – Alimentos da culinária japonesa consumidos na região oeste do Pará.

Apesar da maioria dos entrevistados terem respondido que já consumiram pratos prontos sushi, sashimi, yakisoba e lámen, a base da cultura alimentar japonesa é o Gohan (arroz japonês), que foi citado por 24,84% dos consumidores, e que é ingrediente do sushi. No Japão, o gohan geralmente é cozido pela manhã e consumido ao longo do dia pelos japoneses (15).

Para a questão sobre qual dos alimentos de origem vegetal/cogumelos citados já haviam consumido, a opção Shoga (gengibre) obteve 53,47%; Nirá (alho japonês) 9,05%; Hakusai (acelga) 27,58%; kabocha (Abóbora Japonesa) 14,53%; Daikon (rabanete branco) 6,53%; Sato Imo (inhame) 23,16%; Shiitake, Shimeji (cogumelos comestíveis) 33,47%; e a opção “nunca consumi os alimentos citados” com 35,79% dos participantes (Figura 3).

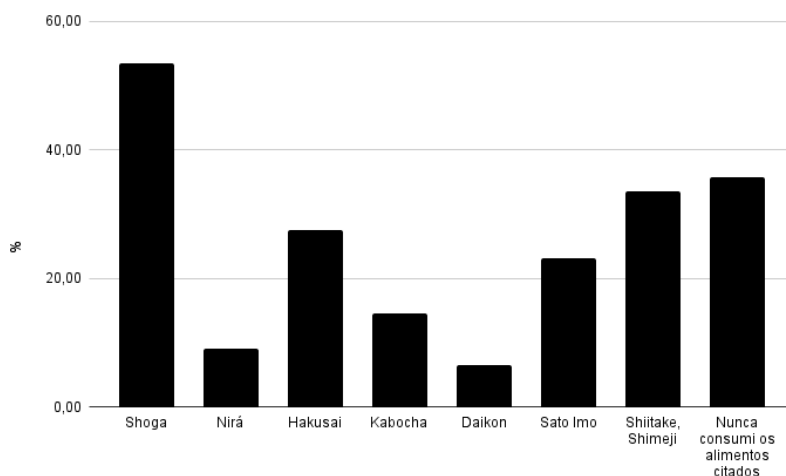


Figura 3 – Alimentos da culinária japonesa de origem vegetal/cogumelos consumidos na região oeste do Pará.

A cultura alimentar japonesa pratica a redução do desperdício, aplicando o termo “Mottainai”, que pode ser traduzido como uma expressão de pesar pelo desperdício. A prática da redução do desperdício faz com que sejam consumidos uma variedade de vegetais, conforme a safra (15). Esse costume, contribuiu para que os imigrantes japoneses introduzissem diversos vegetais no Brasil, afim de manter suas preferências alimentares.

Assim, foram obtidas respostas de treze municípios da região oeste do Pará. Desse total, a maioria dos municípios têm participantes do gênero feminino, com renda familiar *per capita* de até um salário mínimo e não apresentam ascendência japonesa e/ou convivem com descendentes japoneses. Ao se analisar a influência da cultura alimentar japonesa na preferência alimentar dos consumidores, para o perfil de refeições que mais se aproxima da rotina diária alimentar, a opção com maior resposta pelos municípios foi café com pão, almoço completo (ex.: carne/peixe, arroz, salada, sopa), jantar completo (ex.: carne/peixe, arroz, salada, sopa), além de não terem conhecimento da influência da culinária japonesa sobre a rotina diária alimentar (ingredientes e/ou hábitos). Em relação aos alimentos da culinária japonesa que já haviam consumido, apresentaram maiores respostas, o ingrediente shoyu (molho de soja), os pratos lamen (macarrão instantâneo/miojo), sushi, sashimi, yakissoba (pratos da culinária japonesa), e o shoga (gingibre) como o alimento de origem vegetal/cogumelos mais consumido. A influência da cultura alimentar japonesa na região oeste do Pará está presente nos hábitos alimentares dos consumidores.

CONCLUSÕES

O estudo mostra que na região oeste do Pará, a maioria dos participantes são residentes do município de Santarém, do gênero feminino, com renda familiar *per capita* até um salário mínimo e não apresentam ascendência japonesa e/ou convivem com descendentes japoneses. Além disso, os participantes não tem conhecimento sobre a influência da culinária japonesa na rotina diária alimentar, mas apresentam consumo dos

produtos da culinária japonesa. Assim, a cultura alimentar japonesa influencia o hábito alimentar de parte da população da região Oeste do Pará, principalmente no consumo de produtos como shoyu (molho de soja), lamén (macarrão instantâneo/miojo), sushi, sashimi e yakissoba -pratos da culinária japonesa.







REFERÊNCIAS

1. Rocha AL, Shimoda AR. O que o Japão faz aqui? Um olhar interdisciplinar em meio o patrimônio cultural alimentar da cozinha japonesa [Internet]. Revista Práxis; 2014 [acesso em 2022 Jun 16]; 1:105-110. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=525552630012>
2. Braga V. Cultura alimentar: contribuições da antropologia da alimentação [Internet]. Saúde Ver; 2004 [acesso em 2022 Jun 16];6(13);37-44. Disponível em: http://plataforma.redesan.ufrgs.br/biblioteca/pdf_bib.php?COD_ARQUIVO=3387
3. Flandrin JL, Montanari M. História da alimentação. 9. ed. São Paulo: Estação Liberdade; 2018.
4. Embaixada do Japão no Brasil. Cultura Alimentar [Internet]. 2012 [acesso em 2022 Jul 01]. Disponível em: <https://www.br.emb-japan.go.jp/cultura/culturaalimentar.html>
5. Tafner AW, Silva FC. Colonização japonesa, história econômica e desenvolvimento regional do Estado do Pará. Periódicos UFPA. 2011;13(2):121-152.
6. Neto FR. Os japoneses no Pará: um estudo sobre a formação de identidades [dissertação]. Belém: Universidade Federal do Pará; 2007.
7. Sakurai C. Os Japoneses. São Paulo: Contexto; 2007.
8. Ono M. Washoku: Patrimônio Imaterial da Humanidade [Internet]. 2014 [acesso em 2022 Jul 01]. Disponível em: <http://marisaono.com/delicia/2014/04/05/washoku-patrimonio-imaterial-da-humanidade/>
9. Barros MJ. Políticas públicas e dinâmicas territoriais no Oeste do Pará. Ananindeua: Itacaiúnas; 2020.
10. IBGE. Cidades e Estados [Internet]. 2021 [acesso em 2022 Jun 18]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/santarem.html?>
11. Oliveira, JM. Expansão urbana e periferização de Santarém-PA, Brasil: questões para o planejamento urbano. Barcelona: X Coloquio Internacional de Geocrítica [Internet]. 2008 [acesso em 2022 Jul 03]. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/-xcol/268.htm>
12. Gomes SC, Andrade LC. Análise espacial do crescimento econômico dos municípios paraenses no período 2002- 2006 [Internet]. 2011 [acesso em 2022 Jul 03]. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/code2011/chamada2011/pdf/area4/area4-artigo35.pdf>

13. Oliveira AM, Oliveira DSS. Influência parental na formação de hábitos alimentares na primeira infância – revisão da literatura. Revista Eletrônica Estácio Recife [Internet]. 2019 [acesso em 2022 Jun 15];5(2):1-12. Disponível em: <https://reer.emnuvens.com.br/reer/article/view/322/141>
14. Melby MK, Takeda W. Lifestyle constraints, not inadequate nutrition education, cause gap between breakfast ideals and realities among Japanese in Tokyo. Appetite. 2014;72: 37-49.
15. Sirola N, Sutinen U-M, Närvänen E, Mesiranta N, Mattila M. Mottainai!—A Practice Theoretical Analysis of Japanese Consumers’ Food Waste Reduction. Sustainability [Internet]. 2019 Nov 25;11(23):6645. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/su11236645>

Capítulo 12

ELABORAÇÃO DE DUAS PASTAS VEGANAS UTILIZANDO CASTANHA-DE-CAJU E LEITE DE COCO

Cecília Thays Monteiro de Freitas ; Victor de Luna Barros ; Ricardo Targino
Moreira ; David Santos Rodrigues ; Ana Carolina Palitot Teixeira de
Carvalho ; Julieny Aline da Silva Nascimento 

* **Cecília Thays Monteiro de Freitas** (Autor Correspondente) – Email:
ceciliamonteirodf@gmail.com

Resumo: O consumo de produtos veganos vem crescendo nestes últimos anos, por sua vez, o mercado está se moldando a esta nova tendência e desenvolvendo novos produtos. A castanha-de-caju e o leite de coco possuem propriedades funcionais, visto que podem ser substitutos do leite de vaca e oferecer características sensoriais e tecnológicas adequadas para o desenvolvimento de produtos alimentícios. Desse modo, o objetivo do trabalho foi elaborar duas pastas veganas: a primeira, utilizando a castanha-de-caju; a segunda, utilizando o leite de coco. Após a elaboração das pastas, foi realizada a análise sensorial contando com a participação de 50 julgadores. Portanto, constatou-se que as amostras obtiveram alta aceitação pelo público avaliado: flexitarianos, onívoros, vegetarianos e veganos estritos. Em relação aos atributos de aparência, cor, aroma e sabor, a pasta de leite de coco apresentou melhor aceitação.

Palavras-chave: Análise sensorial; aceitação, produtos veganos.

Abstract: The consumption of vegan products has been growing in recent years, in turn, the market is adapting to this new trend and developing new products. Cashew nuts and coconut milk have functional properties, as they can be substitutes for cow's milk and offer adequate sensory and technological characteristics for the development of food products. Thus, the objective of the work was to prepare two vegan pastes: the first, using cashew nuts; the second, using coconut milk. After making the pastes, a sensory analysis was performed with the participation of 50 judges. Therefore, it was found that the samples obtained high acceptance by the evaluated public: flexitarians, omnivores, vegetarians and strict vegans. Regarding the attributes of appearance, color, aroma and flavor, the coconut milk paste showed better acceptance.

Keywords: Sensory analysis; acceptance, vegan products.

INTRODUÇÃO

De acordo com uma pesquisa realizada no ano de 2019 constatou-se que 14% da população brasileira considera-se vegetariana e 60% da população teria interesse em consumir produtos veganos se estes se mostrassem mais acessíveis (1). Porém, a adesão a estas dietas estão relacionadas às questões apresentadas como tendências globais: saudabilidade, bem-estar dos animais, impactos no meio ambiente. Portanto, podem ser identificadas duas frentes de mudança que seguem para a mesma direção: o consumidor mudando seus hábitos e a indústria de alimentos fornecendo mais opções para atender estas preferências.

A castanha de caju é um dos frutos secos mais valorizados, principalmente, por ser produzida em países de clima tropical, é uma fruta oleaginosa, de sabor doce e agradável. É rica em ácidos graxos não saturados como o oléico e linoléico, além de vitaminas como B1 e B2 e ácido pantotênico. Mais do que isso, esse fruto é rico em potássio, fósforo e zinco, com maior destaque, em magnésio e ferro (2).

Os principais componentes da amêndoa da castanha-de-caju tostada, são os lipídios (48,35%), seguidos das proteínas (21,76%) e amido (17,30%). (3). Além disso, estudos apontam que a castanha-de-caju é uma boa fonte de vitamina com destaque para o α -tocoferol, o qual constitui como parte do sistema de defesa antioxidante do organismo e desempenha diversas ações, como: inibição da oxidação lipídica e proteção contra o estresse oxidativo, podendo ainda agir como substância protetora contra alguns tipos de cânceres, como o de próstata e de esôfago (2).

O coco (*cocos nucifera L.*) é o fruto oriundo do coqueiro e possui grande aplicabilidade na indústria de alimentos, atualmente ele é a matéria-prima para a produção da água de coco, leite de coco, coco ralado e a extração do óleo de coco, além da utilização da sua casca a produção de artesanatos e a obtenção de fibras para aplicações industriais (4).

O leite de coco é obtido principalmente, por meio da trituração e prensagem do coco ralado de forma manual ou mecanizada, adicionando água à temperatura ambiente em cada repetição do processo. Tendo em sua composição química água, gorduras, proteínas, açúcares e sais minerais, em quantidades e qualidade que podem variar de acordo com a região de cultivo e a maturação do coco (5).

Por possuir todos os aminoácidos essenciais na sua composição, as propriedades funcionais da gordura do leite de coco assim como de seus aminoácidos devem ser exploradas para a aplicação em produtos vegetais, bem como para formulações infantis (4).

Diante das considerações, objetivou-se com este trabalho elaborar duas pastas veganas: a primeira, utilizando a castanha-de-caju; a segunda, utilizando o leite de coco. Assim como verificar a aceitação das pastas por duas classes de consumidores: consumidores onívoros e consumidores de produtos veganos (veganos estritos, vegetarianos e flexitarianos).

MATERIAL E MÉTODOS

Tipologia da pesquisa

A pesquisa foi classificada como experimental, pois seleciona as variáveis capazes de influenciar e definir as formas de controle e observação dos efeitos que as variáveis produzem no objeto em estudo (6).

Procedimento Experimental

Foram desenvolvidas duas pastas veganas com diferentes formulações, a primeira utilizando castanha-de-caju e a segunda leite de coco, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulação das pastas veganas de castanha-de-caju e leite de coco

Pasta vegana de castanha-de-caju		Pasta vegana de Leite de Coco	
Ingredientes	Quantidade	Ingredientes	Quantidade
Castanha crua sem sal	264 g	Leite de coco	600 mL
Água quente	250 mL	Levedura Nutricional	21 g
Suco de limão	150 mL	Polvilho doce	15 g
Polvilho doce	15 g	Páprica doce	1,5 g
Polvilho azedo	15 g	Alho em pó	1,5 g
Levedura nutricional	15 g	Sal	1,5 g
Sal	5 g	Azeite de oliva	1,5 mL
Mostarda amarela	5 g		
Orégano	3 g		
Azeite de oliva	1,5 mL		
Noz moscada	1 g		

Fonte: Autor

Processamento das Pastas Veganas

Para o preparo da pasta vegana de castanha-de-caju, inicialmente foi deixado de molho por 10 minutos as castanhas em água quente, e em seguida, foram peneiradas e a água foi reservada. As castanhas foram processadas no liquidificador na proporção de 2:1 (castanha: água). Após obter um creme homogêneo foram adicionados os respectivos ingredientes conforme descrito na Tabela 1: suco de limão, mostarda amarela, polvilho doce, polvilho azedo, levedura nutricional, sal, noz moscada e orégano, em seguida efetuou-se o cozimento em fogo baixo até obter uma mistura de aspecto cremoso e homogêneo. Posteriormente, a amostra foi colocada em um recipiente onde foi adicionado o azeite, armazenando sob refrigeração (4 - 7°C) até o momento das análises.

Para o preparo da pasta vegana de leite de coco, foram adicionados todos os ingredientes em uma panela, nas respectivas proporções descritas na Tabela 1: leite de coco, polvilho doce, farinha de feijão branco, levedura nutricional, sal, páprica doce e alho em pó, sendo levados para cozimento em fogo baixo misturando até obter uma mistura cremosa e elástica, similar ao ponto de patê vegano industrializado encontrado comercialmente. Posteriormente, a amostra foi colocada em um recipiente onde foi adicionado o azeite, armazenando sob refrigeração (4 - 7°C) até o momento das análises.

Após elaboração das pastas veganas, foi realizada a análise sensorial para verificar a aceitação dos produtos. A cada entrevistado foi apresentado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido norteado pela Resolução n° 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), autorizando sua participação voluntária

na pesquisa, informando sobre a natureza desta, objetivos, finalidade, riscos potenciais e/ou incômodos. A análise sensorial ocorreu de forma consentida pelo comitê de ética e foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos (LASA) situado na Universidade Federal da Paraíba - Campus I, contando com a participação de 50 julgadores classificados em: onívoros e consumidores de produtos veganos (onívoros, veganos estritos, vegetarianos e flexitarianos), avaliando a percepção sensorial pelas diferentes classificação de consumidores, empregando o teste de aceitação para verificar os índices de aceitabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ambas as pastas veganas obtiveram ótima aceitação pelo público, estando a média para todos os atributos do teste de aceitação nos escores positivos (escala hedônica de 9 pontos), no entanto a amostra da formulação de leite de coco (Figura 1) e de castanha-de-caju (Figura 2) diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$) (Tabela 2), em relação ao atributo aparência, cor, aroma e sabor, no qual a pasta de leite de coco apresentou uma média de aceitação melhor.

Figura 15 – Pasta vegana de leite de coco



Fonte: Autor.

Figura 2 – Pasta vegana de castanha-de-caju



Fonte: Autor.

Tabela 2 – Média da aceitação das pastas veganas em relação aos atributos (Escala hedônica de 9 pontos) e intenção de compra (escala hedônica de 5 pontos)

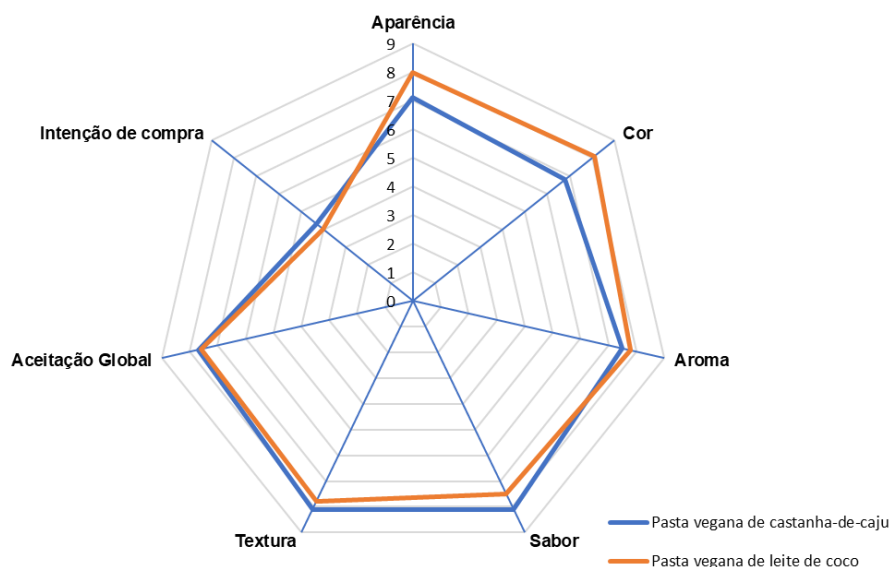
Atributos	Pasta vegana de castanha-de-caju	Pasta vegana de leite de coco
Aparência	7,1 ^b	8,0 ^a
Cor	6,8 ^b	8,1 ^a
Aroma	7,5 ^b	7,8 ^a
Sabor	8,1 ^b	7,5 ^a
Textura	8,1 ^a	7,8 ^a
Aceitação Global	7,7 ^a	7,6 ^a
Intenção de compra	4,3 ^a	4,0 ^b

Valores expressos em média. Nas linhas médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Teste T, $p < 0,05$).

Fonte: Autor

No atributo textura e aceitação global, ambas as pastas foram aceitas pelos julgadores não apresentando diferença sensorial entre elas. Com relação a intenção de compra (escala hedônica de 5 pontos) houve diferença significativa entre as pastas, sendo a formulação de castanha-de-caju a que teve melhor escore de intenção de compra, contudo os consumidores indicaram que possivelmente comprariam ambas as pastas veganas caso estivessem disponíveis no mercado. Em um trabalho realizado com elaboração de uma linguiça vegana foi comprovado que os julgadores não encontraram diferenças significativas para o atributo sabor e aparência entre as formulações testadas. (7).

Figura 3 – Representação gráfica das médias globais dos atributos avaliados



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao comparar os resultados sensoriais dos dois produtos elaborados, considerando apenas os consumidores veganos x onívoros, conforme Tabela 3, observamos que não houve diferença sensorial entre os atributos das pastas veganas, com base na classificação

de consumidores veganos e onívoros, exceto para o atributo aparência da formulação de leite de coco, no qual os consumidores veganos atribuíram melhor média em comparação aos consumidores onívoros.

Estudos vem apontando que os produtos veganos tem bastante aceitação em análises sensoriais tais como, linguíças veganas, produtos à base de quinoa e também de balas de goma veganas. Este comportamento pode ser explicado que os produtos vegetais utilizados nas formulações constituem fonte de novas alternativas alimentares (8).

Tabela 3 – Média dos escores dos atributos sensoriais das pastas veganas de castanha-de-caju e de leite de coco, comparando entre classe de consumidores de produtos veganos e onívoros

ATRIBUTOS	Pasta vegana de castanha-de-caju		Pasta vegana de Leite de Coco	
	Veganos	Onívoros	Veganos	Onívoros
Aparência	7,2 ^a	7,1 ^a	8,4 ^a	7,8 ^b
Cor	7,2 ^a	6,5 ^a	8,4 ^a	7,9 ^a
Aroma	7,8 ^a	7,3 ^a	7,8 ^a	7,9 ^a
Sabor	8,3 ^a	8,0 ^a	7,8 ^a	7,3 ^a
Textura	7,9 ^a	7,9 ^a	8,1 ^a	7,8 ^a
Aceitação Global	7,7 ^a	7,7 ^a	7,9 ^a	7,4 ^a
Intenção de compra	4,5 ^a	4,2 ^a	4,2 ^a	3,9 ^a

Valores expressos em média. Nas linhas, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Teste T, $p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa.

CONCLUSÃO

As duas pastas veganas elaboradas foram bem aceitas pelos julgadores, tanto onívoros como consumidores de produtos veganos. A pasta elaborada com leite de coco apresentou uma média de aceitação melhor, com destaque para os atributos aparência, cor, aroma e sabor. Convém salientar que este trabalho pode ser utilizado como base para novos estudos, como: aperfeiçoamento relacionados aos atributos sensoriais, como textura, aroma, cor e sabor; desenvolvimento de estudo de vida útil; aumento do valor nutricional, incorporando novos nutrientes a base de vegetais.

REFERÊNCIAS

1. IBOPE Inteligência (abril 2018). Crescimento histórico no número de vegetarianos no Brasil. Disponível em: <https://www.svb.org.br/2469-pesquisa-do-ibope-aponta-crescimento-historico-no-numero-de-vegetarianos-no-brasil>. Acesso em: 15 de fevereiro, 2022.
2. Gadani, B. C.; Miléski, k. M. L.; Peixoto, L. S.; Agostini, J. S. Physical and chemical characteristics of cashew nut flour stored and packaged with different packages. **Food Science And Technology**, v. 37, n. 4, p. 657-662, 2017.
3. Chaves D. C., Azevedo S. S., & Oliveira M. A. Elaboração de biscoito tipo

- cookies adicionado de castanha de caju (*Anacardium* sp). *Extensão Rural em Foco Apoio à Agricultura Familiar, Empreendedorismo e Inovação*, cap. 4., (1ª ed.) v. 2020
4. Manivannan, A.; Bhardwaj, R.; Padmanabhan, S.; Suneja, P.; Hebbar, K.B.; Kanade, S. R. Biochemical and nutritional characterization of coconut (*Cocos nucifera* L.) haustorium. **Food Chemistry**, v. 238, p. 153-159, 2018.
 5. Martins, J. P. et al. 2021. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.7, p. 65313-65322 jul. 2021.
 6. GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2019.
 7. Song, X.; Chiou, B.; Xia, Y.; Chen, M.; Liu, F.; Zhong, F. The Improvement Of Texture Properties And Storage Stability For Kappa Carrageenan In Developing Vegan Gummy Candies. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, v. 102, n. 9, p. 3693-3702, 27. 2021.
 8. Väkeväinen, K.; Ludena-Urquizo, F.; Korkala, E.; Lapveteläinen, A.; Peräniemi, S.; Von Wright, A.; Plumed-Ferrer, C. Potential of quinoa in the development of fermented spoonable vegan products. **Lwt**, v. 120, p. 108912. 2020.

Capítulo 13

DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA POTENCIALMENTE SIMBIÓTICA COM GALACTO- OLIGOSACARÍDEOS OBTIDOS ENZIMATICAMENTE

Renata Aline dos Santos da Fonseca ; Camila Ramão Contessa *; Janaína
Fernandes de Medeiros Burkert 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: camilaramao@hotmail.com

Resumo: A demanda dos consumidores por novos produtos lácteos que desempenham efeitos fisiológicos benéficos vem aumentando o interesse na pesquisa por alimentos funcionais. Para um efeito sinérgico na implantação e proliferação de probióticos, a seleção de micro-organismos e adição de prebióticos são condições fundamentais. Assim, os galacto-oligosacarídeos (GOS) vêm sendo considerados como alternativa de grande potencial. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi a elaboração de bebidas lácteas fermentadas com o uso das culturas probióticas *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. e *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, adicionadas de prebióticos como GOS presentes no soro de leite e na lactose modificados pela enzima β -galactosidase a fim de obter produtos aceitáveis sensorialmente e um número elevado de células viáveis. Durante o desenvolvimento deste trabalho foram sendo elaboradas várias formulações utilizando análises sensoriais em cada etapa, as quais foram realizadas um levantamento de termos característicos do produto; seleção de um padrão comercial e ajuste dos atributos defeituosos para obtenção de formulação com maior aceitação. Os parâmetros obtidos como resposta demonstram que as formulações possuem características de bebidas lácteas, onde a adição dos GOS influenciou positivamente na qualidade tecnológica e probiótica. Galacto-oligosacarídeos provenientes da síntese enzimática utilizando o soro de leite e a lactose monohidratada podem tornar-se uma alternativa no desenvolvimento de bebidas lácteas funcionais potencialmente simbióticas com aceitação pelo consumidor.

Palavras-chave: análise sensorial; galacto-oligosacarídeos; probióticos

INTRODUÇÃO

Além dos iogurtes considerados tradicionais, a evolução tecnológica vem conduzindo à entrada de novos conceitos como os iogurtes aromatizados, líquidos, com pedaços de frutas e magros, bem como leites fermentados com culturas microbianas consideradas probióticas e adição de fibras prebióticas (1). Estes alimentos rápidos e práticos, também conquistam consumidores por suas qualidades sensoriais e nutricionais. Alguns são considerados alimentos funcionais que, por sua vez, tem impulsionado o mercado de produtos lácteos no Brasil, em especial no que diz respeito a leites fermentados (2).

Dentre os prebióticos se encontram os galacto-oligossacarídeos (GOS) que são resistentes à hidrólise pelas enzimas digestivas intestinais e possuem efeitos fisiológicos semelhantes ao das fibras dietéticas (3). A ingestão de oligossacarídeos estimula a proliferação de probióticos no intestino, causando um considerável benefício à saúde humana (4). Os GOS podem ser produzidos a partir da lactose através de uma reação enzimática com o uso da β -galactosidase conhecida como transgalactosilação (5), obtendo como produtos GOS, glicose e galactose (6).

O soro de leite, coproduto da indústria de laticínios, tem na sua constituição proteínas, carboidratos, gordura e sais, correspondendo à fração aquosa do leite que se obtém durante a coagulação nos processos de produção de queijos ou caseína; apresenta altos teores de lactose, podendo ser utilizado como substrato na síntese enzimática de GOS (7). A utilização dos GOS sintetizados a partir do soro de leite como substrato já foram testados e obtiveram resultados positivos na alimentação de hamsters fornecendo valores hematológicos e bioquímicos adequados sem causar efeitos antagônicos, indicando potencial alternativa no desenvolvimento de alimentos funcionais simbióticos (8).

Para um efeito sinérgico na implantação e proliferação de probióticos a seleção de micro-organismos e prebióticos são necessárias (9). Assim, os GOS vêm sendo considerados com alto potencial como ingredientes funcionais. Contudo, na adição de novos ingredientes na elaboração de alimentos, é importante verificar possíveis alterações sensoriais no produto (10). Diante deste contexto o objetivo deste trabalho foi desenvolver a elaboração de bebidas lácteas fermentadas simbióticas utilizando o GOS presente no soro de leite e na lactose modificados por β -galactosidase, apresentando qualidade tecnológica e sensorial.

MATERIAL E MÉTODOS

Micro-organismos, matérias-primas e insumos

Foram utilizados como matéria-prima para a síntese de GOS lactose monohidratada (Synth), soro de leite e enzima comercial β -galactosidase de *Kluyveromyces lactis* Lactozym[®] 6500L, gentilmente cedidos pelas indústrias ELEGÊ-RS Brasil e Novozymes Latin America Ltda., respectivamente.

Mix de cultura microbiana probióticas ABT (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. e *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*) e leite em pó desnatado, cedidos gentilmente pela Danisco Brasil Ltda. e ELEGÊ-RS Brasil, respectivamente.

As formulações das bebidas lácteas foram elaboradas de acordo com as respostas sensoriais obtidas em cada etapa de desenvolvimento. Para isso foram utilizados ingredientes, como: goma carragena (71205 Dairy mix BL da Germinal), edulcorante sucralose (LINEA[®]), preparado de frutas (Borsato e Duas Rodas), corante natural carmim de cochonilha (Christian Hansen), aroma natural de morango (Duas Rodas), doados pelos fabricantes, ácido cítrico (Vetec), sacarose e polpa de fruta de morango, adquiridos no comércio local.

Cinco marcas comerciais de bebidas lácteas sabor morango adquiridas no comércio local foram utilizadas (Figura 1), para a realização da análise sensorial e escolha de uma bebida láctea padrão.

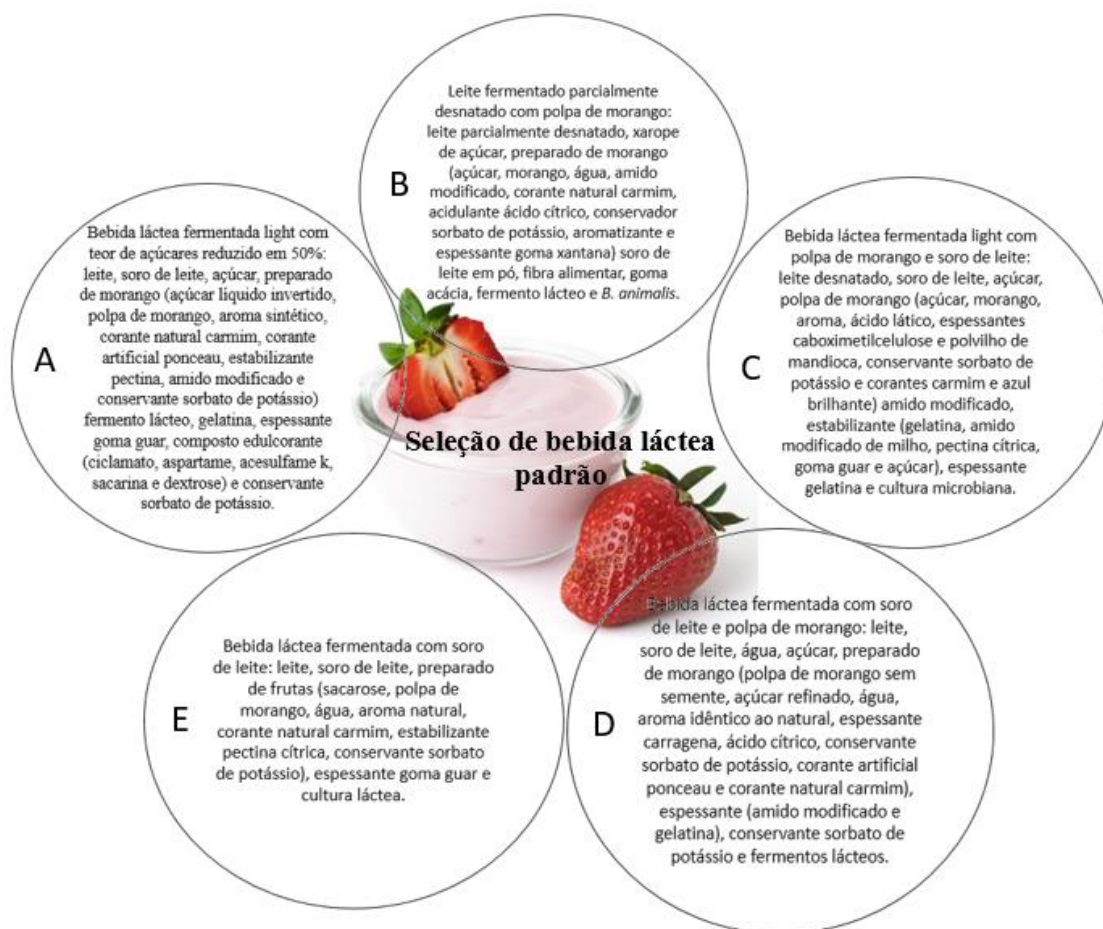


Figura 1. Bebidas lácteas comerciais.

Síntese de galacto-oligosacarídeos (GOS)

As reações de síntese enzimática de GOS em meio aquoso foram realizadas em reatores em batelada, a 40 °C e agitação de 180 rpm durante 4 h. O sistema de reação composto pelo soro de leite desidratado, previamente caracterizado quanto à composição (11), suspenso em tampão fosfato pH 7,00 ± 0,01 com 40% de lactose e 10 U/mL de

atividade da enzima β -galactosidase Lactozym[®] 6500 L (Novozymes). Para a síntese utilizando a lactose como substrato, as condições foram: 30 °C, 40% de lactose, 10 U/mL de atividade enzimática, pH 7,00 \pm 0,01 em tampão fosfato e agitação de 180 rpm por 16 h.

A atividade da enzima foi determinada (12), onde uma unidade de β -galactosidase é definida como a quantidade de enzima que libera 1 μ mol de o-nitrofenol por minuto nas condições do ensaio, e a composição dos produtos foi determinada através do sistema Dionex DX-500 (Sunnyvale, CA, USA) utilizando uma coluna de troca aniônica CarboPac PA1 (250x4 mm) e uma pré-coluna CarboPac PA1.

Fermentação

Para o preparo das fermentações foi utilizado leite em pó desnatado com 12% de sólidos solúveis não gordurosos sendo realizado um tratamento térmico a 93 °C por 3 min. Após, o leite foi resfriado até 42 °C e adicionado do mix de cultura ABT que correspondia a 0,035 g/L. Durante as fermentações, a temperatura foi mantida em 42 °C e ao longo do tempo de processamento e o pH foi determinado até atingir valores de 4,70-4,80. Após o processo foi cessado via resfriamento com banho de gelo até aproximadamente 8 °C (13).

Análises físico-químicas

Durante as fermentações foram acompanhados o pH e a acidez titulável. Os produtos obtidos foram caracterizados quanto a composição proximal, parâmetros pós acidificação (pH, acidez e sinérese) e parâmetros de textura (firmeza e consistência).

Determinação de pH

A determinação do pH das amostras foi realizada potenciometricamente em pHmetro digital modelo HI221 da marca Hanna Instruments (11).

Acidez titulável

Acidez titulável foi determinada ao longo do processo fermentativo, utilizando amostras de 10 mL do fermentado, em triplicata, por titulação com solução de NaOH (0,111 mol/L) - soda Dornic - e expressa em ácido láctico (14).

Textura Instrumental

A análise da textura dos leites fermentados foi realizada em analisador de textura modelo TA-XT2i (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra) controlado por microcomputador a partir do método adaptado de Haully, Fuchs & Prudencio-Pereira (15). As amostras foram preparadas em recipientes de polietileno (25x30 mm) e foram percorridas por um probe cilíndrico de acrílico de diâmetro de 1,2 cm (P 0,5), força de 4,5 x g, velocidade pré-teste de 1 mm s⁻¹, velocidade de penetração do probe de 2 mm s⁻¹, velocidade pós-teste de 10 mm/s e distância de penetração de 3 mm. A partir das análises de textura foram obtidos os parâmetros de firmeza (g) e consistência (g x s) para a bebida láctea padrão e para as bebidas lácteas desenvolvidas neste trabalho.

Sinérese

As amostras de bebidas lácteas foram homogeneizadas com um bastão de vidro, sendo agitados 20 vezes no sentido horário e 20 no sentido anti-horário. Foram pesados aproximadamente 30 g em tubos de centrífuga de 50 mL e armazenados por 2 h a 4 °C para estabilização. Após, foram centrifugadas a 10 °C (centrífuga modelo CT500R-CIENTEC) 6000 x g por 20 min equivalente a 3313 x g por 15 min, conforme descrito na metodologia adotada. O soro separado foi pesado e a sinérese expressa como relação (%) de massa do soro/massa inicial (16).

Desenvolvimento das formulações da bebida láctea

Após obtenção dos leites fermentados e a incorporação dos aditivos, foi realizada a maturação das bebidas lácteas (24 h). Na Tabela 1 estão dispostas as codificações usadas e a formulação de cada bebida.

Formulação	GOS	Sucralose	Sacarose	Preparado de fruta	Goma carragena	Ácido cítrico
I	3,5% ¹	0,020%	-	1% Borsato	-	-
II	3,5% ¹	0,015%	-	2% Borsato	0,25%	-
III	3,0% ¹	-	12%	2% Borsato	0,25%	-
IV	3,0% ¹	0,015%	-	6% Duas Rodas	0,25%	-
V	3,0% ¹	-	12%	6% Duas Rodas	0,25%	-
VI	3,0% ¹	0,015%	-	0,15% de corante natural carmin de cochonilha; 0,4 g/l aroma natural de morango; 5% polpa de morango congelada	0,25%	-
VII	3,0% ¹	0,015%	-	2% Borsato	0,25%	0,0025% ³
VIII	3,0% ¹	0,015%	-	2% Borsato	0,25%	0,0060% ⁴
IX	3,0% ²	0,015%	-	2% Borsato	0,25%	

Soro de leite modificado 11,98% GOS¹ Teor determinado por Lisboa (2008) (17); lactose modificada 17,53% GOS² Teor determinado por Lisboa (2008); ³limiar absoluto do ácido cítrico (ASTM, 1968); ⁴limiar de reconhecimento do ácido cítrico (ASTM, 1968).

Tabela 1. Formulações elaboradas no desenvolvimento das bebidas lácteas

Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade da Universidade Federal do Rio Grande – Brasil (LASCQ-FURG) e todos os julgadores das análises eram não treinados de ambos os sexos e possíveis consumidores das bebidas lácteas fermentadas sabor morango. Para

estas avaliações foram utilizados 25 mL de cada amostra servida refrigerada em copos plásticos descartáveis e codificados com números aleatórios de três dígitos. As amostras foram apresentadas aos julgadores utilizando o delineamento experimental completo em quadrado latino sendo avaliadas da esquerda para direita.

Levantamento de termos

Para determinar as características mais relevantes das bebidas lácteas comerciais (A e B, Figura 1) e de uma bebida láctea elaborada como teste (Formulação I, Tabela 1), foi utilizado um grupo de 11 julgadores. O comitê de ética da Universidade Federal de Pelotas – RS, Brasil aprovou este estudo (Case No. 23110.010120/2011-34).

Teste de ordenação

Para seleção de uma bebida láctea comercial sabor morango padrão foram utilizadas 4 amostras (B, C, D e E, Figura 1) utilizando o teste discriminativo de ordenação (18) quanto à preferência com uma equipe de 31 julgadores, salientando que o sabor morango e o sabor residual a edulcorante seriam as características mais relevantes, utilizando uma escala de 4 pontos (1-menos preferida e 4-mais preferida).

Teste de diferença do controle

Um teste de diferença do controle ou comparação múltipla (19) com 35 julgadores avaliando 4 diferentes formulações de bebidas lácteas desenvolvidas (II, III, IV e V, Tabela 1) e a bebida láctea comercial selecionada como padrão foi realizado, utilizando escala não-estruturada de 9 pontos.

Comparação pareada

Três testes sequencialmente de comparação pareada (20) foram realizados.

1º) Um teste com 35 julgadores para avaliar a preferência da formulação II (Tabela 1) e o padrão da bebida comercial selecionada;

2º) 36 julgadores avaliaram a preferência entre as formulações II e VI (Tabela 1);

3º) Com 36 julgadores foi realizada a análise de similaridade entre as formulações II e VII (Tabela 1).

Avaliação da intensidade do termo defeituoso: gosto salgado

Um teste de escala não-estruturada (9 cm) com 37 julgadores foi realizado para avaliação da intensidade do gosto salgado nas formulações II, VII, VIII e IX (Tabela 1), em que se utilizou ácido cítrico nos limiões absoluto e de reconhecimento (21) e o GOS sintetizado a partir da lactose monohidratada (formulação IX).

Teste de aceitação e intenção de compra

Para avaliar a aceitação global (20) e a intenção de compra (23) de duas formulações desenvolvidas, foi realizado um teste afetivo com escala hedônica de 9 pontos e escala de 5 pontos (1-Eu certamente não compraria este produto; 2-Eu provavelmente não compraria este produto; 3-Tenho dúvidas se compraria ou não este produto; 4-Eu provavelmente compraria este produto e 5-Eu certamente compraria este produto), respectivamente. O teste foi realizado com mais de 100 julgadores e foi possível calcular o índice de aceitação das bebidas lácteas.

Análises microbiológicas

Contagem de *Lactobacillus acidophilus*

Para a enumeração de *Lactobacillus acidophilus*, em unidades formadoras de colônia (UFC), foi utilizado o meio de cultura MRS (deMan, Rogosa e Sharpe) com técnica de semeadura em profundidade. As placas de Petri, após a inoculação, foram incubadas em estufa invertidas a 37 °C por um período de 72 h na presença de oxigênio (24).

Contagem de *Bifidobacterium* spp.

Para a enumeração UFC de *Bifidobacterium* spp. foi utilizado o meio de cultura MRS adicionado de propionato de sódio (0,3%) e cloreto de lítio (0,2%) para inibir as outras bactérias anaeróbias. A técnica utilizada para inoculação foi por semeadura em profundidade. Após a inoculação, as placas de Petri foram incubadas invertidas em câmara com gerador e indicador de anaerobiose (PROBAC) a 37 °C por 72 h (24).

Análise estatística

Foi realizada Análise de Variância (ANOVA) e as médias das réplicas comparadas entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) na caracterização das bebidas lácteas e na avaliação da intensidade do gosto salgado. Os resultados dos testes de ordenação foram analisados através do teste não paramétrico de Friedman ($p \leq 0,05$) com a tabela de Newell e MacFarlane, para verificar se havia diferença significativa entre as amostras (23). Para o teste de diferença do controle foi aplicado o teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Nos testes de comparação pareada a análise estatística foi realizada utilizando a tabela de Roessler ($p \leq 0,05$). O teste t de Student ($p \leq 0,05$) foi utilizado no teste de aceitação e intenção de compra. Para a realização destas análises foi utilizado o *software* STATISTICA v. 5.0 (StatSoft, INC., Tulsa, OK, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Formulações

A Tabela 2 apresenta os atributos para aparência, aroma, sabor, gosto e textura das bebidas lácteas comerciais A e B (Figura 1) e formulação I (Tabela 1), levantado por um grupo de 11 julgadores. Com relação aos termos presentes nos atributos sensoriais das bebidas lácteas comerciais, foram similares, porém, a bebida comercial A apresentou cor, doçura, viscosidade, sabor e aroma a morango bem menos intenso que a bebida comercial B, caracterizando um perfil sensorial não característico para este produto, sendo descartada desse estudo. No entanto, para a bebida láctea de formulação I foi descrito cor alaranjada, aroma de morango, sabor de morango, gosto doce intenso, sabor residual a “remédio” e textura viscosa característica do tipo de produto.

Atributos	Formulação I	Bebida comercial A	Bebida comercial B
Aparência	Cor alaranjada	Cor rosa claro e artificial	Cor rosa forte Partículas (polpa)

		Pouca viscosidade	
Aroma	Morango	Morango (fraco) Adocicado (leve)	Morango (forte)
Sabor	Morango “Remédio” (residual)	Morango (fraco) Leite (residual)	Leite (residual) Morango
Gosto	Doce (forte) Salgado	Doce (fraco)	Doce Ácido
Textura	Viscosidade (característica)	Viscosidade (baixa)	Viscosidade (característica)

Tabela 2. Atributos levantados para as bebidas lácteas avaliadas

Portanto, a partir dos termos descritos para a formulação I (Tabela 2), foi necessário modificá-la a fim de melhorar as características consideradas “defeituosas” (cor alaranjada, gosto muito doce, gosto salgado e sabor residual a “remédio”).

No entanto, inicialmente foi necessário selecionar uma amostra comercial de bebida láctea padrão utilizando o teste de ordenação (Tabela 3). Através do teste de Friedman, na Tabela de Newell e MacFarlane (25), com o número de amostras e o número de julgadores, encontrou-se a diferença entre as pontuações totais de ordenação crítica de 27 ($p \leq 0,05$). Assim, as bebidas lácteas B, C e D não apresentaram diferença estatística significativa ($p \geq 0,05$) em relação à preferência, porém todos diferiram da amostra E que apresentou a menor pontuação. A amostra D foi selecionada como padrão da bebida láctea utilizada neste trabalho, por apresentar frequência de nota máxima superior às demais amostras comerciais.

Amostras	Pontuação Total	Pontuação média
B	78	2,52 ± 1.06 ^a
C	83	2,68 ± 0.91 ^a
D	98	3,16 ± 0.97 ^a
E	51	1,64 ± 1.02 ^b

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatísticas significativas entre os grupos através do teste de Friedman ($p \leq 0,05$);

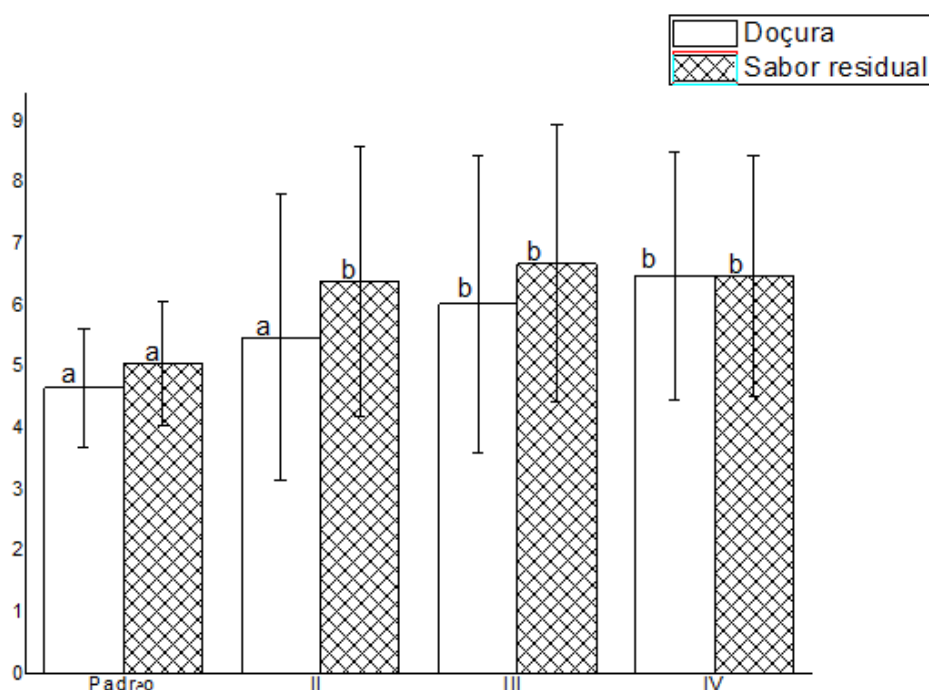
Escala: 1 - menos preferida e 4 - mais preferida.

Tabela 3. Somatório total e pontuação média (média ± desvio padrão) do teste de ordenação

Após a identificação dos termos relevantes para o melhoramento da formulação I foram elaboradas diferentes formulações (formulação II-V, Tabela 2) com teor de soro de leite modificado rico em GOS reduzido para 3,0%, devido à coloração e o gosto salgado, que provavelmente estavam sendo incorporados ao iogurte, devido a esse ingrediente apresentar cor amarelada e um conteúdo interessante de sais minerais; a concentração do

preparado de frutas estudado previamente foi aumentada para 2%; e outra marca comercial de preparado de frutas foi testada; a redução do dulçor diminuindo a porcentagem de sucralose para 0,015%, que pode provocar o sabor residual a “remédio” e formulações com sacarose foram avaliadas.

No teste de diferença do controle (Figura 2) avaliando as 4 diferentes formulações de bebidas lácteas desenvolvidas (II, III, IV e V, Tabela 2) e a bebida láctea comercial selecionada como padrão (D), foi verificado através do teste de Dunnett que apenas a formulação II não demonstrou diferença significativa ($p \geq 0,05$) quanto ao dulçor em relação ao padrão. Porém, para o sabor residual todas as amostras diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) do padrão, entretanto a formulação da bebida láctea fermentada II foi a selecionada para continuidade do desenvolvimento das formulações.



Letras diferentes no mesmo atributo indicam diferenças estatísticas significativas entre as amostras e o padrão através do teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Doçura e sabor residual no teste de diferença do controle

Através dos testes de comparação pareada foi verificada preferência significativa ($p \leq 0,05$) de 34 dos 35 julgadores pela bebida láctea comercial D (padrão) em relação à formulação II, uma vez que na Tabela de Roessler o valor crítico é 24. Nos comentários das fichas sensoriais na formulação II, permaneceu a descrição frequente do gosto salgado e sabor residual de “remédio”, provavelmente pela concentração de soro de leite e do tipo de edulcorante, respectivamente.

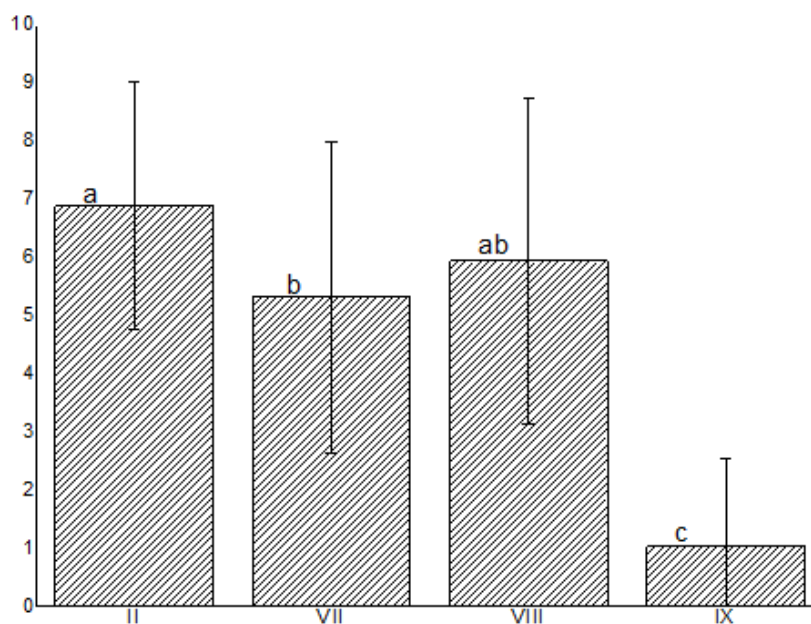
Foi dada continuidade na elaboração das formulações com o objetivo de melhorar os aspectos sensoriais e diminuir o gosto salgado e o sabor residual de edulcorante, foi realizada uma segunda comparação entre as formulações II e VI (Tabela 1), em que houve

a substituição dos aditivos artificiais presentes no preparado de frutas por aditivos naturais, respectivamente. De acordo com a Tabela de Roessler não houve diferença estatisticamente significativa ($p \geq 0,05$) entre a preferência para essas formulações, entretanto a formulação II apresentou a preferência de 22 dos 35 julgadores.

Portanto, uma terceira comparação pareada foi realizada entre as formulações II e VII (Tabela 1), onde foi adicionado o ácido cítrico na concentração do limiar absoluto (0,0025%) para avaliar o sinergismo entre os gostos ácidos e salgado. Dos 36 julgadores 19 foram capazes de definir que existia diferença entre as formulações, portanto, de acordo com a Tabela de Roessler não houve diferença estatisticamente significativa ($p \geq 0,05$) entre as formulações. No entanto, através dos comentários foi possível verificar que o ácido cítrico mascarou parcialmente o gosto salgado, fornecendo uma alternativa para a elaboração de uma formulação aceitável sensorialmente.

O'Sullivan (26), afirma que o gosto amargo de certos sais, como cálcio, presente no soro de leite, pode ser atribuída aos seus cátions, e o gosto salgado, aos ânions de outros minerais e cloretos presentes em solução. A inserção de 0,0025% de ácido cítrico na formulação pode contribuir para o mascaramento do gosto salgado atribuído aos sais, através da interação entre íons. Porém, como após as avaliações de comparação pareada ainda foi levantado o gosto salgado nas formulações, foi utilizado o Tetraedro de Henning, que demonstra que existem relações entre os quatro gostos básicos podendo-se verificar que há sinergia entre os gostos doce, ácido e salgado em uma das superfícies. Portanto, ao aumentar os gostos ácido e doce se verifica um deslocamento para a aresta que corresponde aos mesmos (25).

A intensidade do gosto salgado foi avaliada nas 4 formulações de bebidas lácteas sabor morango, elaboradas com GOS proveniente da síntese enzimática utilizando a lactose do soro de leite como substrato (II, VII e VIII) que apresentaram maior intensidade de gosto salgado (Figura 3), comparado ao GOS obtido da lactose.



Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas entre as amostras através do teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 3. Intensidade do gosto salgado para as bebidas lácteas fermentadas sabor morango

A formulação VIII, continha maior concentração de ácido cítrico (0,0060%), e de acordo com os comentários obtidos pelos julgadores, foi a que mais diferiu das características de bebidas lácteas, pois apresentou arenosidade, acidez acentuada, menor viscosidade e, ainda, a presença do gosto salgado. A queda na viscosidade e a presença de grânulos pode ter ocorrido devido à precipitação de algumas proteínas em virtude da maior concentração de ácido, assim como a separação de fases também constatada (27). As proteínas possuem uma estrutura tridimensional bem definida que está relacionada com suas propriedades físicas e biológicas, que, quando alteradas as estruturas quaternária, terciária e secundária ocorre à desnaturação (28). Entre os vários agentes de desnaturação de proteínas estão os ácidos que levam a diminuição da solubilidade, perda de atividade biológica, alterações na viscosidade e coeficiente de sedimentação, entre outros (27). Com relação à intensidade do gosto salgado a mesma não diferiu das outras formulações elaboradas com soro de leite rico em GOS. Portanto essa concentração de ácido cítrico não é adequada para o “mascaramento” do gosto salgado assim como descaracteriza o produto quanto a ser uma bebida láctea.

A formulação II (elaborada com soro modificado rico em GOS e sem adição de ácido) obteve maior intensidade do gosto salgado, evidenciando a hipótese de que o gosto ácido possui a capacidade de interagir sinergicamente com os gostos doce e salgado. Enquanto a formulação VII comparada à formulação II, que continha 0,0025% de ácido cítrico, dentre todas as bebidas lácteas elaboradas com soro de leite modificado rico em GOS, obteve menor intensidade do gosto salgado, sendo selecionada para avaliar sua aceitabilidade.

A formulação IX foi a que obteve menor intensidade do gosto salgado diferindo das demais bebidas lácteas ($p \leq 0,05$), isto ocorreu provavelmente devido ao GOS adicionado que foi obtido a partir da síntese enzimática realizada com lactose monohidratada. Enquanto as formulações II, VII e VIII foram elaboradas com GOS proveniente da conversão da lactose presente no soro de leite que é rico em minerais, a estes sais atribuímos à procedência do gosto salgado. Portanto, a formulação IX também foi selecionada para avaliação de aceitação global.

As formulações VII e IX (Tabela 4) não apresentaram diferença significativa ($p \geq 0,05$) quanto à aceitação e intenção de compra. Entretanto a formulação elaborada com GOS a partir da síntese utilizando a lactose monohidratada obteve maior índice nestas avaliações. Devido a esta semelhança entre as formulações analisadas, pode-se constatar que bebidas lácteas fermentadas com sabor morango, adicionadas de soro de leite modificado rico em GOS pode ser uma alternativa comercial com apelo de ser um produto potencialmente simbiótico de baixo custo econômico devido a sua aceitação sensorial.

Formulação	Aceitação		Intenção de compra	
	(%)	Pontuação*	(%)	Pontuação*
VII	66,22 ^a	5,96 ± 1,55 ^a	64,60 ^a	3,23 ± 0,83 ^a
IX	79,78 ^a	7,18 ± 1,52 ^a	77,40 ^a	3,87 ± 0,87 ^a

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatísticas significativas entre as amostras através do teste t de Student ($p \leq 0,05$).

*Média ± desvio padrão.

Tabela 4. Aceitação e intenção de compra das bebidas lácteas

Apesar da formulação IX apresentar um custo elevado, os resultados sugerem que bebidas elaboradas com GOS obtidos utilizando a lactose monohidratada, também poderia ser uma comercializada, pois a intenção de compra apresentou um valor 4 para essa formulação e próximo de 3 para a formulação VII, sendo ambos considerados satisfatórios.

Caracterização das formulações finais

Frente a uma bebida controle (elaborada com as mesmas concentrações de aditivos das formulações VII e IX, mas sem adição de GOS e ácido cítrico), foram realizadas determinações para verificar a influência da adição de GOS obtido enzimaticamente nas características das bebidas lácteas fermentadas.

Após a maturação por 24 h das bebidas fermentadas VII e IX, e da bebida controle, foram realizadas as análises de composição proximal (umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos), parâmetros pós-acidificação (pH, acidez e sinérese), textura (firmeza e consistência) e contagem de micro-organismos probióticos (*L. acidophilus* e *Bifidobacterium* spp.), dispostos na Tabela 5.

Determinações	Formulação VII	Formulação IX	Controle
Composição proximal			
Umidade (%)	86,59 ± 0,12 ^c	86,94 ± 0,04 ^b	88,83 ± 0,04 ^a
Lipídios (%)	0,61 ± 0,01 ^a	0,45 ± 0,01 ^b	0,58 ± 0,01 ^a
Proteínas (%)	2,47 ± 0,06 ^a	1,92 ± 0,03 ^c	2,21 ± 0,06 ^b
Cinzas (%)	2,14 ± 0,00 ^a	0,92 ± 0,04 ^b	0,97 ± 0,02 ^b
Carboidratos (%)	8,19 ^b	9,77 ^a	7,41 ^c
Parâmetros pós-acidificação			
pH	5,03 ^a	4,66 ^b	4,48 ^c
Acidez (% ácido láctico)	1,20 ± 0,03 ^b	1,14 ± 0,03 ^b	1,41 ± 0,04 ^a
Sinérese (%)	75,39 ± 0,27 ^a	76,12 ± 0,12 ^a	76,12 ± 0,69 ^a
Textura			
Firmeza (g)	6,62 ± 0,09 ^a	6,23 ± 0,13 ^{a,b}	5,87 ± 0,24 ^b
Consistência (g x s)	2,23 ± 0,17 ^a	2,46 ± 0,42 ^a	2,04 ± 0,41 ^a
Probióticos			
<i>L. acidophilus</i> (log UFC/mL)	7,79 ± 0,03 ^a	7,92 ± 0,01 ^a	7,46 ± 0,06 ^b

<i>Bifidobacterium</i> spp. (log UFC/mL)	9,00 ± 0,08 ^a	9,04 ± 0,02 ^a	8,91 ± 0,03 ^a
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Tabela 5. Caracterização das bebidas lácteas (média ± erro-padrão) após 24 h de maturação

As porcentagens de lipídios apresentaram valores coerentes com a matéria-prima utilizada, sendo a formulação VII a que mostrou um teor acima das demais (0,61%), entretanto não diferindo da bebida controle (0,58%), o que pode ter ocorrido devido a ter a incorporação de 25% do total da bebida com soro de leite modificado, contendo um pequeno teor de gordura, e diferindo da formulação IX (0,45%) que contém 17% do seu total de xarope de GOS obtido a partir da lactose isenta de gorduras. Este teor de lipídios é considerado favorável, visto que consumidores que demandam por produtos mais nutritivos, em geral, preferem aqueles menos calóricos (29).

De acordo com os resultados de proteínas, todas as formulações estão conforme o recomendado pelo Padrão de Identidade e Qualidade – PIQ, de no mínimo 1,2% (30). Através do exposto na Tabela 5, é possível constatar novamente a influência da matéria-prima utilizada na confecção das bebidas, em que a formulação VII apresenta maior teor proteico (2,47%), diferindo das demais, estando de acordo, pois o soro de leite possui aproximadamente 11% de proteínas. Após, encontra-se a bebida controle com 2,21% e a formulação IX com 1,92% a qual é adicionada de GOS obtido de lactose que não possui proteínas na sua composição.

O teor de carboidratos demonstrou estar coerente com o esperado, já que a formulação IX forneceu o maior valor com 9,77%, diferenciando-se das demais bebidas e concordando com o fato da adição de 17% de xarope de GOS obtido da lactose, evidenciando o aumento dos carboidratos do produto. A formulação VII apresentou 8,19% de carboidratos, demonstrando que a incorporação do soro modificado também incrementa significativamente quando comparado ao controle com 7,41%. O mesmo comportamento, devido à adição de fibras, foi obtido nas bebidas lácteas com soro de leite e diferentes teores de prebióticos (0, 2 e 5%), apresentando 9,43, 11,70 e 14,33% (31) sendo superiores aos das bebidas elaboradas neste estudo.

A determinação de cinzas nas bebidas lácteas ratificou o fato de o soro de leite possuir um alto teor de minerais, e que, possivelmente não sejam metabolizados pelos micro-organismos lácteos; visto que o leite em pó também possui uma grande concentração de sais, mas que não se mantém após fermentação e não confere gosto salgado identificado sensorialmente nas bebidas adicionadas de soro de leite. De acordo com a Tabela 5, é possível observar que a formulação VII se diferencia das demais com um maior teor de cinzas de 2,14%, valor esperado por apresentar o gosto salgado. Concentrações em torno 0,60% foram obtidas por Castro (31) em bebidas lácteas probióticas adicionadas de fibras e soro de leite

A acidez das bebidas após o término da fermentação e elaboração das formulações forneceu valores de 1,20, 1,14 e 1,41% de ácido lático para as bebidas VII, IX e controle, respectivamente, estando todos de acordo com a Instrução Normativa nº 16 que oficializa os métodos analíticos para controle de leite e produtos lácteos e determina que o valor deve estar entre 0,6 e 1,5% de acidez (32). É possível observar que a adição do xarope de GOS nas bebidas conferiu menor porcentagem em ácido lático, diferindo, ambas, da bebida controle. Pimentel et al (33), recomendam uma acidez titulável de 1,05 a 1,25%, estando as formulações elaboradas com GOS nesta faixa.

A firmeza obtida no texturômetro é a substituição ao parâmetro dureza que é definida como a força máxima durante o primeiro ciclo de compressão, análogo a primeira mordida (34). Ao observar a Tabela 5 é possível verificar que a firmeza da bebida controle se apresenta inferior a formulação VII e IX, as quais foram semelhantes. Isto pode ter ocorrido devido à propriedade conferida aos oligossacarídeos em acentuar a textura (35). Comparando estes resultados com os da bebida comercial D (5,88 g) confirma-se a influência da adição de GOS no aumento da firmeza.

Graça et al (36), afirmaram, em estudos, que durante o processo de elaboração de iogurtes há um aumento do teor de aminoácidos livres e peptídeos. As proteínas desempenham um importante papel na formação do coágulo e, portanto, a consistência e a viscosidade do produto são geralmente proporcionais à concentração das mesmas. A coesividade medida pelo texturômetro é definida como a proporção da área da curva da segunda compressão em relação à primeira compressão, a resistência a tensão também é uma manifestação da coesividade (37).

As bebidas lácteas elaboradas demonstraram altas contagens de probióticos encontrando-se conforme o requerido pela legislação (38). Nas quantidades de células viáveis de lactobacilos se observa que a bebida controle diferiu das adicionadas de GOS que se apresentaram como semelhantes entre si, comprovando que a adição do soro de leite e da lactose monohidratada ricos em GOS aumenta a contagem deste micro-organismo, que pode ter ocorrido devido ao processo de síntese enzimática além da transgalactosilação também quebra a lactose em monossacarídeos aumentando a disponibilidade de nutrientes no meio.

Com relação às bifidobactérias é possível constatar que todas as amostras analisadas tiveram contagens em torno de $9,00 \log \text{ UFC ml}^{-1}$ não diferindo entre elas, porém o comportamento foi semelhante ao dos lactobacilos, em que a bebida IX obteve $7,92 \log \text{ UFC ml}^{-1}$, a VII $7,79 \log \text{ UFC ml}^{-1}$ e a controle $7,46 \log \text{ UFC ml}^{-1}$, também fornecendo valores maiores para as bebidas adicionadas de GOS, explicado pela maior quantidade de monossacarídeos disponíveis nas bebidas adicionadas de lactose monohidratada e soro de leite modificados ricos em GOS.

Fuchs et al. (39) obtiveram contagens de probióticos semelhantes encontrando $8,96$ e $8,51 \log \text{ UFC ml}^{-1}$ o que demonstrou que a suplementação de inulina e oligofrutose para iogurtes com *Lactobacillus casei* influencia na viabilidade celular. Oliveira et al. (40) avaliaram diferentes tipos de prebióticos nas contagens de micro-organismos probióticos obtendo maiores valores de *B. lactis* nas bebidas adicionadas de oligofrutose e polidextrose cerca de $8,5 \log \text{ UFC ml}^{-1}$, enquanto a maltodextrina obteve menos que $8 \log \text{ UFC/mL}$ apresentando um pouco acima da bebida sem adição de fibras.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados mostraram que através da análise sensorial foi possível determinar as características adequadas das bebidas lácteas sabor morango com potencial simbiótico adicionadas de galacto-oligossacarídeos obtidos por síntese enzimática com índice de aceitação e intenção de compra satisfatórios. Portanto, galacto-oligossacarídeos obtidos da síntese enzimática utilizando o soro de leite e a lactose monohidratada podem tornar-se alternativas no desenvolvimento de bebidas lácteas funcionais potencialmente simbióticas e aceitáveis pelo consumidor.

REFERÊNCIAS




1. Ghasemi-Sadabadi M, Ebrahimnezhad Y, Shaddel-Tili A, Bannapour-Ghaffari V, Kozehgari H, Didehvar M. The effects of fermented milk products (kefir and yogurt) and probiotic on performance, carcass characteristics, blood parameters, and gut microbial population in broiler chickens. *Arch. Anim. Breed.* 2019; 62: 361–374.
2. Morais JL, Garcia EF, Viera VB, Pontes EDS, Araújo MGG, Figueirêdo RMF et al. Autochthonous adjunct culture of *Limosilactobacillus mucosae* CNPC007 improved the techno-functional, physicochemical, and sensory properties of goat milk Greek-style yogurt. *J. Dairy Sci.* 2022; 105: 1889-1899
3. Nedaei S, Noori A, Valipour A, Khanipour AA, Hoseinifar SH. Effects of dietary galactooligosaccharide enriched commercial prebiotic on growth performance, innate immune response, stress resistance, intestinal microbiota and digestive enzyme activity in Narrow clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823). *Aquaculture.* 2019; 499: 80-89.
4. Megan CYO, Zhang X, Beaudry CM, Lim J, Penner MH. Chromatographic preparation of food-grade prebiotic oligosaccharides with defined degree of polymerization. *Food Chem.* 2022; 373: 131542.
5. Raza A, Iqbal S, Shah FUH, Ahmad Z, Rehman MA, Wassem M, Usman M. Conversion of milk lactose to galacto-oligosaccharides by enzymes to produce prebiotic enriched cheese. *Future Foods.* 2021; 4: 100097.
6. Bujna E, Styevko G, Laskawy P, Rezessy-Szabo J, Nguyen VD, Tran AMT et al. Synthesis of oligosaccharides with prebiotic potential by crude enzyme preparation from *Bifidobacterium*. *Food Chem.* 2022; 367: 130696.
7. Yanez-Neco CV, Cervantes FV, Amaya-Delgado L, Ballesteros AO, Plou FJ, Arrizon J. Synthesis of $\beta(1 \rightarrow 3)$ and $\beta(1 \rightarrow 6)$ galactooligosaccharides from lactose and whey using a recombinant β -galactosidase from *Pantoea anthophila*. *Electron. J. Biotechnol.* 2021; 49: 14-21.
8. Fonseca RAS, Rodrigues A, Santos V, Moreira L, Rodrigues RS, Machado MRG, Souza-Soares LA, Burkert CAV, Burkert JFM. Effects of consumption of galactooligosaccharides obtained through whey enzymatically modified on the faecal flora and nutritional parameters of hamsters. *Int Food Res J.* 2017; 24: 2265-2273.
9. Li C, Niu Z, Wang M, Gu X, Lu H, Tian H, Jha R. Probiotics, prebiotics, and synbiotics regulate the intestinal microbiota differentially and restore the relative abundance of specific gut microorganisms. *Int. J. Dairy Sci.* 2020; 103: 5816-5829.
10. Rosa MC, Carmo MRS, Balthazar CF, Guimarães JT, Esmerino EA, Freitas MQ et al. Dairy products with prebiotics: An overview of the health benefits, technological and sensory properties. *Int. J. Dairy Sci.* 2021; 117: 105009.
11. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 17th edition, Washington, D. C., CD-ROM, 2000.
12. Inchaurredo VA, Yantorno OM, Voget CE. Yeast growth and β -galactosidase production during aerobic batch cultures in lactose-limited synthetic medium. *Process Biochemistry.* 1994; 29: 47-54.

13. Thamer KG, Penna ALB. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2006; 26: 589-595.
14. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, métodos 1. São Paulo, 1985.
15. Haully MCO, Fuchs RHB, Prudencio-Ferreira SH. Suplementação de iogurte de soja com frutooligossacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. *Revista de Nutrição*. 2005; 18: 613-622.
16. Amatayakul T, Sherkat F, Shah NP. Syneresis in set yogurt as affected by EPS *starter* cultures and levels of solids. *Int. J. Dairy Techn.* 2006; 59: 216-221.
17. Lisboa CR. Síntese enzimática de galacto-oligossacarídeos a partir de lactose e soro de leite. Rio Grande. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, 2008: p.76
18. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 13088: “Teste de comparação pareada em análise sensorial de alimentos e bebidas - Procedimento”, Rio de Janeiro, 1994: p. 7.
19. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 13526: “Comparação múltipla em análise sensorial dos alimentos e bebidas”, São Paulo, 1995: p. 9.
20. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 13170: “Teste de ordenação em análise sensorial – Procedimento”, São Paulo, 1994: p. 7.
21. ASTM- American Society for Testing and Materials. Manual on sensory testing methods. STP 433, p. 105, Philadelphia, 1968.
22. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 12994: “Métodos de avaliação sensorial de alimentos e bebidas - Classificação”, São Paulo, 1994: p. 2.
23. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14141: “Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas” São Paulo, 1998: p. 3.
24. Vinderola CG, Reinheimer JA. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. *Int. Dairy J.* 1999; 9: 497-505.
25. Queiroz MI, Treptow R. O. “Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos”, Rio Grande: Editora FURG, 2006. 266p.
26. O'Sullivan M. Chapter four - Reduced-salt products and challenges. *Salt, Fat and Sugar Reduction*. 2020: 97-117.
27. Cai Y, Huang L, Tao X, Su J, Chen B, Zhao M, et al. Adjustment of the structural and functional properties of *okara* protein by acid precipitation. *Food Bioscience*. 2020; 37: 100677.
28. Li X, Chen L, Hua Y, Chen Y, Kong X, Zhang C. Effect of preheating-induced denaturation during protein production on the structure and gelling properties of soybean proteins. *Food Hydrocolloids*. 2020; 105: 105846.
29. Rosa CD, Lattanzi G, Taylor SF, Manfrini S, Khazrai . Very low calorie ketogenic diets in overweight and obesity treatment: Effects on anthropometric parameters, body composition, satiety, lipid profile and microbiota. *Obes Res Clin Pract*. 2020; 14: 491-503.

30. Brasil, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados, Resolução Nº 5, 13 de novembro de 2000.
31. Castro, F. P. Influência de diferentes proporções de soro de queijo e oligofrutose sobre as propriedades de bebidas lácteas fermentadas simbióticas. Florianópolis, 2007. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina.
32. Brasil, 2005 Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. Aprovado pela Instrução Normativa Nº 16, DE 23 DE AGOSTO DE 2005 Publicado no Diário Oficial da União de 24/08/2005.
33. Pimentel TC, Assis BBT, Rocha CS, Marcolino VA, Rosset M, Magnani M. Prebiotics in non-dairy products: Technological and physiological functionality, challenges, and perspectives. *Food Bioscience*. 2022; 46: 101585.
34. Silva VB, Costa MP. 11 - Influence of Processing on Rheological and Textural Characteristics of Goat and Sheep Milk Beverages and Methods of Analysis. *Proc Sust Bever*. 2019; 2: 373-412.
35. Catenza KF, Donkor KK. Recent approaches for the quantitative analysis of functional oligosaccharides used in the food industry: A review. *Food Chemistry*. 2021; 355: 129416.
36. Graça C, Edelmann M, Raymundo A, Souza I, Coda R, Sontag-Strohm T, et al. Yoghurt as a starter in sourdough fermentation to improve the technological and functional properties of sourdough-wheat bread. *J Fun Foods*. 2022; 88: 104877.
37. Zhang Y, Li Y, Wu F, Hong YL, Shen L, Lin X, Feng Y. Texture and surface feature-mediated striking improvements on multiple direct compaction properties of *Zingiberis Rhizoma* extracted powder by coprocessing with nano-silica. *Intern J Phar*. 2021; 603: 120703.
38. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. Resolução n. 2, de 7 de janeiro de 2002. Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedade funcional ou de saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2002: 191 - 192.
39. Fuchs RHB, Tanamati AAC, Antonioli CM, Gasparello EA, Doneda I. Utilização de *Lactobacillus casei* e cultura iniciadora na obtenção de iogurte suplementado com inulina e oligofrutose. *Boletim CEPPA*. 2006; 24: 84-98.
40. Oliveira RPS, Florence ACR, Silva RC, Perego P, Converti A, Gioielli LA, Oliveira MN. Effect of different prebiotics on the fermentation kinetics probiotic survival and fatty acids profiles in nonfat symbiotic fermented milk. *Intern J Food Micro*. 2009;128: 467-472.

Capítulo 14

A PANDEMIA DO CORONAVÍRUS E AS MUDANÇAS NOS HÁBITOS ALIMENTARES E DE VIDA DOS ESTUDANTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

Ida Rita Bastos Finger ; Valcenir Júnior Mendes Furlan ; Graciela Salette Centenaro 

**Autor correspondente - E-mail: graciela Centenaro@unipampa.edu.br*

Resumo: O objetivo do estudo foi avaliar os hábitos alimentares e de vida dos estudantes universitários da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) durante o período de pandemia de COVID-19 e verificar se ocorreram possíveis alterações no consumo de alimentos e no estilo de vida desta população. Trata-se de um estudo transversal, de abordagem quantitativa e descritiva. Os participantes responderam um questionário eletrônico criado pelos pesquisadores no formato da plataforma “Formulários Google”. Verificou-se que 48,4% dos pesquisados informaram que a frequência de refeições aumentou durante a pandemia. O consumo de alimentos como verduras, legumes, frutas e leguminosas se manteve para 44,4% dos estudantes durante o período de confinamento, porém 39,3% disseram que aumentaram o consumo de alimentos ricos em açúcar, como doces e sobremesas. Foi observado que 51,4% dos discentes expressaram ganho de peso corporal, sendo que para 44,5% a prática de atividade física diminuiu com a chegada da pandemia. Entre os universitários, o álcool é a substância psicoativa mais consumida e 73,1% referiram consumir bebidas alcoólicas. Entre os acadêmicos, 24,9% apontaram aumento na frequência da aquisição de alimentos prontos para consumo através de serviços de pronta entrega durante o isolamento social. Logo, a associação de hábitos alimentares inadequados com um estilo de vida sedentário podem ser fatores de risco para a instalação de doenças crônicas não transmissíveis.

Palavras-chave: COVID-19; estilo de vida; estudantes de graduação; hábitos alimentares

INTRODUÇÃO

No início do ano de 2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) emitiu alerta sobre a disseminação de um novo agente da família dos Coronavírus, que recebeu o nome de SARS-CoV-2, causador da doença denominada COVID-19. Com consequências respiratórias graves e um nível significativo de mortalidade e sequelas, ela foi considerada uma emergência de saúde pública internacional e determinada como uma pandemia mundial (1).

Devido ao crescimento acelerado dos casos de COVID-19 no Brasil e no mundo e com ausência de um tratamento conhecido e eficaz para a doença no início da pandemia, a prevenção mais recomendada por diversas entidades de saúde foi o isolamento social (2). Em função da inexistência de medidas preventivas ou terapêuticas específicas para a COVID-19 e sua rápida taxa de transmissão, a OMS recomendou aos governos a adoção de intervenções não farmacológicas, incluindo medidas de alcance individual (lavagem das mãos, uso de máscaras e restrição social), ambiental (limpeza rotineira de ambientes e superfícies) e comunitária (restrição ou proibição do funcionamento de escolas e universidades, locais de convívio comunitário e transporte público), além de outros espaços onde pudesse haver aglomeração de pessoas (3).

No Brasil, diversas medidas foram adotadas pelos estados e municípios, onde os trabalhadores de vários setores foram orientados a desenvolver suas atividades em casa. Concomitantemente à restrição social, a pandemia de COVID-19 trouxe desafios e mudanças na vida das pessoas devido à alteração repentina da rotina promovendo, por exemplo, a alteração dos hábitos alimentares e do estilo de vida. Com base em estudos já divulgados, alguns pesquisadores apontam como consequências da doença, a piora da saúde mental e física da comunidade incluindo diminuição no nível de atividades esportivas, alterações no sono e nos hábitos alimentares, redução dos recursos financeiros para aquisição de alimentos, dentre outros aspectos (4,5,6).

Com a necessidade do isolamento social, a população estudantil da UNIPAMPA também teve sua rotina alterada com a suspensão das aulas presenciais. Segundo Silva e Rosa (7), essa situação promoveu na vida dos estudantes um novo cenário devido às limitações impostas, seja pela dificuldade de acesso às informações, falta da garantia de manutenção da renda familiar, insegurança no abastecimento de alimentos, entre outros aspectos, afetando o bem-estar físico e mental.

O governo brasileiro, desde 2010, instituiu o Plano Nacional de Assistência Estudantil (PNAES), que através de recursos financeiros tem como princípio apoiar estudantes socioeconomicamente vulneráveis, sendo um dos seus objetivos fornecer ao aluno de baixa renda o acesso aos alimentos e escolhas alimentares saudáveis. Como exemplo, destaca-se a operação dos restaurantes universitários e distribuição de cestas básicas nas universidades federais públicas do Brasil visando a prevenção de várias doenças e, conseqüentemente, contribuindo para o desempenho acadêmico dos discentes garantindo assim sua permanência na instituição (8).

Alguns trabalhos sobre o estado nutricional de comunidades universitárias que mostraram índices de sobrepeso e de obesidade muito variados, também indicam que a cultura local pode ser um fator determinante e expressivo e deve ser considerado nos estudos sobre a adoção dos hábitos de vida saudáveis (9,10). Comportamentos como a prática de atividade física, hábitos alimentares, tabagismo, consumo de bebidas

alcoólicas, relacionamentos, controle de estresse e visão de vida podem sofrer alterações de acordo com a fase de vida, muitas vezes de forma negativa.

Considerando que a combinação de uma alimentação completa e equilibrada com a prática regular de atividade física e a eliminação ou redução no consumo de substâncias psicoativas são determinantes para um melhor estado de saúde dos indivíduos, torna-se importante investigar possíveis mudanças nos hábitos alimentares e de vida dos estudantes universitários da UNIPAMPA no período da pandemia de COVID-19. Além disso, muitos discentes passaram a residir em diferentes locais e/ou apresentam condições socioeconômicas diferenciadas e, partindo da hipótese de que muitos possam estar enfrentando decréscimo no consumo de alimentos essenciais à saúde devido à redução do orçamento familiar, aumento da ingestão de produtos industrializados não saudáveis, sedentarismo entre outros fatores, este estudo torna-se relevante.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal, de abordagem quantitativa e descritiva, onde os participantes responderam um questionário eletrônico criado pelos pesquisadores por meio da plataforma virtual “Formulários Google”, cujo link de acesso foi encaminhado via e-mail institucional. O questionário foi respondido pelos discentes da UNIPAMPA durante o mês de novembro de 2021.

Foram convidados a participar da pesquisa todos os estudantes de graduação da comunidade acadêmica da UNIPAMPA. Adotou-se como critério de inclusão: ser aluno regularmente matriculado nos cursos de graduação da universidade, maior de 18 anos e concordar em participar da pesquisa mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O questionário era composto de 27 questões, sendo uma questão referente ao termo de consentimento para participação, e 26 questões objetivas e dissertativas distribuídas em seções a saber: identificação e caracterização do aluno, situação socioeconômica, hábitos de vida, hábitos alimentares e segurança alimentar. Os dados obtidos através das respostas do questionário foram tabulados no programa Microsoft Excel e posteriormente realizada a estatística descritiva. O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIPAMPA (parecer nº 4.981.056).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram do estudo 405 estudantes de graduação que compõem uma amostra representativa de alunos de todos os *campi* da UNIPAMPA distribuídos de acordo com a Figura 1.

A partir dos resultados foi possível observar que a maioria dos participantes era do sexo feminino 68,9% (n=279), com faixa etária entre 20 e 29 anos de idade 56,1% (n=227), onde 79,5% (n=322) declaram-se solteiros (Tabela 1). A média de idade foi de 27,3 anos. Resultados semelhantes foram observados em outros estudos envolvendo universitários em período de contenção social, como na pesquisa realizada por Oliveira (11) em uma Universidade do Porto (PT), dos 134 indivíduos que constituíram a amostra, 85,1% (n=114) eram do sexo feminino e a média de idade dos participantes foi de 22 anos. Araújo et al. (12), ao avaliarem residentes em moradia estudantil durante a pandemia de COVID-19, verificaram que 56,0% (n=47) dos participantes eram mulheres.

Em relação a renda familiar mensal, 43,5% (n=176) dos estudantes informaram ser de um a três salários-mínimos e com a pandemia, 46,9% (n=190) dos universitários participantes da pesquisa relataram que ocorreu uma diminuição da renda mensal de sua família. De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (13) a pandemia de COVID-19 mudou o perfil do rendimento domiciliar no país, pois 8,1 milhões de brasileiros perderam a renda ou ela foi diminuída, especialmente aquela proveniente do mercado de trabalho no ano de 2020, pois de acordo com os últimos dados, o rendimento médio mensal dos brasileiros baixou de R\$ 2.292,00 em 2019 para R\$ 2.213,00 em 2020, com uma queda de 3,4%.

Com o surgimento da COVID-19 ficou mais explícita no Brasil as diferentes realidades sociais da população, cujo distanciamento social imposto pela doença acabou repercutindo na condição socioeconômica das famílias, principalmente para aquelas que já encontravam-se em vulnerabilidade social. Estudantes de baixa renda, por exemplo, além dos desafios impostos à educação com a paralisação das aulas presenciais e, por serem considerados uma população vulnerável, acabam sofrendo mais os efeitos em relação à recessão econômica imposta pela pandemia (14).

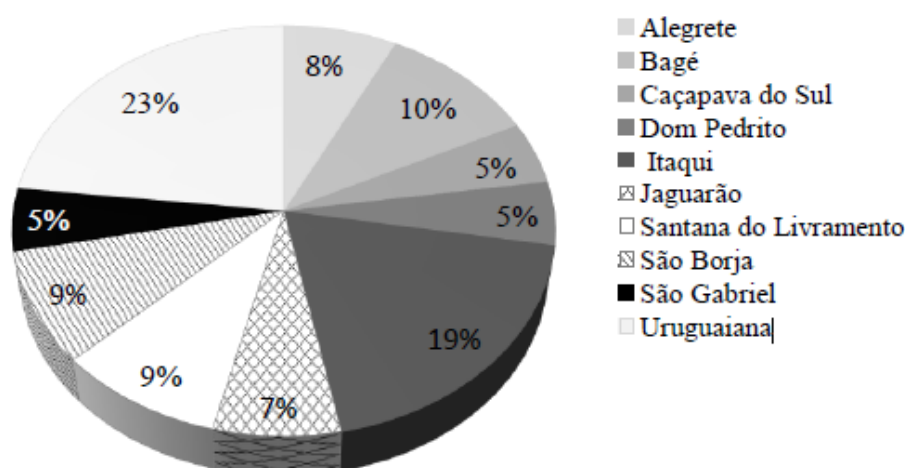


Figura 1 - Distribuição percentual dos universitários participantes da pesquisa de acordo com os *campi* da UNIPAMPA.

Fonte: os autores

Dos 405 universitários que participaram do estudo, 28,0% (n=113) declararam receber auxílio da universidade. O apoio a permanência de estudantes de baixa renda matriculados em cursos de graduação das Instituições Federais de Ensino Superior, desempenha papel importante para garantir a frequência deles na universidade. De acordo com o Ministério da Educação, as ações da Política de Assistência Estudantil visam contribuir entre outros para a melhoria do desempenho acadêmico através do auxílio à moradia estudantil, à alimentação, ao transporte, à saúde, à inclusão digital, à cultura, ao esporte, à creche e ao apoio pedagógico, sendo essas ações executadas pelas próprias universidades (8).

Tabela 1 - Distribuição da frequência relativa dos dados socioeconômicos dos estudantes de graduação (n=405) da UNIPAMPA no período da pandemia de COVID-19.

Variável	%
Idade	
0-19 anos	17,5
20-29 anos	56,1
30-39 anos	11,9
40-49 anos	8,2
50-59 anos	4,7
60 anos ou mais	1,2
Prefiro não responder	0,4
Gênero	
Masculino	30,1
Feminino	68,9
Outro	0,4
Prefiro não responder	0,4
Estado Civil	
Solteiro	79,5
Casado	13,1
União estável	6,4
Viúvo	0,2
Prefiro não responder	0,7
Renda familiar	
Até um salário-mínimo*	20,7
De 01 a 03 salários-mínimos	43,5
De 03 a 05 salários-mínimos	17,3
De 05 a 15 salários-mínimos	10,9
Prefiro não responder	7,7

* Valor do salário-mínimo= R\$ 1.212,00

Fonte: os autores

O governo brasileiro, a fim de garantir aos estudantes a segurança alimentar e nutricional através do acesso a alimentos mais saudáveis, implantou nas universidades públicas entre outras ações, os restaurantes universitários (RU), que oferecem alimentação de baixo custo e até gratuitas, com a oferta das três principais refeições diárias (café da manhã, almoço e janta), de segunda a sábado. Entre os estudantes pesquisados, 157 (38,8%) realizavam refeições nos RU da universidade antes da pandemia e, a maior parte destes, 19,3% (n=78) informou que frequentava diariamente.

De acordo com Maciel et al. (15), os RU dentro das universidades são essenciais para fornecer uma alimentação nutricionalmente equilibrada aos alunos e são espaços que garantem a oferta de alimentos como frutas, vegetais e grãos integrais como opções saudáveis, além de oferecerem um prato vegetariano, principalmente para discentes de baixa renda, que na maioria das vezes têm pouco acesso a esses tipos de alimentos. A presença desses restaurantes no ambiente universitário, contribuem para melhorar os hábitos alimentares e são cenários importantes para a aplicação de estratégias educacionais (16).

O fechamento das universidades trouxe a interrupção do fornecimento de refeições através dos RU, que, como já mencionamos, são os principais acessos dos estudantes a uma alimentação adequada no período da graduação. Portanto, com a necessidade de isolamento profilático verificam-se alterações no comportamento alimentar dos universitários, fato esse que se soma ao impacto que a pandemia pode ter trazido no orçamento das famílias prejudicando quantitativa e qualitativamente a alimentação dos mesmos (17).

Estudos realizados antes da pandemia demonstram que os universitários, na sua maioria, adotam comportamentos alimentares pouco saudáveis durante a graduação com tendência ao alto consumo de “fast-food”, lanches, doces e refrigerantes e baixo consumo de frutas, vegetais, peixes, grãos integrais e legumes. Este fato ocorre principalmente com aqueles alunos que saíram da casa de seus pais, tornando-se responsáveis por sua própria alimentação. Os universitários, portanto, acabam deixando de preparar e consumir refeições mais completas nutricionalmente substituindo-as por refeições rápidas e produtos industrializados pouco saudáveis. Essas escolhas na maioria das vezes estão relacionadas com a condição temporal e de fatores demográficos conjuntamente com as mudanças comportamentais apresentadas pelos indivíduos em relação às novas relações sociais, estresse, modismos dietéticos e a inadequada administração do tempo na sua rotina diária (18,19,20,21).

Quando questionados sobre o número de refeições que realizavam antes da pandemia (Figura 2) 48,9% (n=198) dos alunos informaram que se alimentavam de duas a três vezes ao dia. Quando comparamos este resultado com a frequência de refeições durante a pandemia observamos um aumento no número de estudantes que passaram a fazer entre 4 e 5 refeições por dia. Podemos considerar que este novo comportamento alimentar deve-se ao fato de que muitas famílias mudaram sua rotina alimentar durante o período de isolamento passando a preparar suas refeições em seus lares em função das condições sanitárias impostas. Com isso, a permanência dos estudantes por maior período em casa devido às aulas remotas pode justificar o aumento do número de refeições diárias.

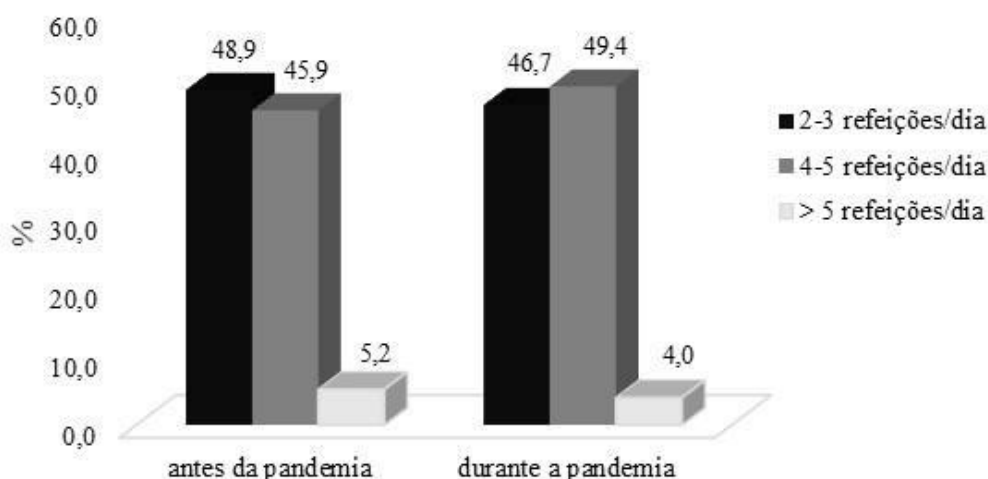


Figura 2 - Número de refeições realizadas pelos estudantes antes e durante a pandemia de COVID-19.
 Fonte: os autores

Durante esse período pandêmico é esperado encontrar diferenças entre os locais em que eles estão residindo e de como essa diversidade socioeconômica e cultural entre estados e municípios também pode afetar os hábitos de grupos da sociedade representada pela comunidade acadêmica, visto que parte dos alunos são naturais de outras localidades e estudam na instituição e, devido ao isolamento social, voltaram para as suas cidades. Dos 405 estudantes participantes dessa pesquisa, 190 (46,9%) mudaram de endereço durante a pandemia.

Os resultados referentes ao hábito de consumir alimentos como verduras, legumes, frutas e leguminosas, 44,4% (n=180) dos estudantes mantiveram o consumo durante a pandemia, porém 31,6% (n=128) dos pesquisados disseram que a disponibilidade e consumo desses tipos de alimentos piorou (Figura 3).

A redução do poder de compra das famílias associada a alta nos preços dos alimentos podem ser fatores que levam a diminuição da aquisição de alimentos que nutricionalmente são mais saudáveis, somados ao acesso a alimentos ultraprocessados cuja oferta é de baixo custo, tendendo a agravar a situação de segurança alimentar entre os mais vulneráveis (22).

Considerando os alimentos “fast-food” observou-se um aumento de 52,3% no consumo entre os universitários no período de isolamento social. Almeida et al. (23), analisaram os hábitos alimentares de 100 universitários e verificaram que 41% alegaram consumir embutidos, pizzas e “fast-food” dentre outros alimentos do gênero, e que o consumo de alimentos industrializados ricos em açúcar como refrigerantes e chocolate eram consumidos diariamente por 71% dos estudantes. Para os autores, essa associação de hábitos alimentares inadequados com um estilo de vida sedentário são fatores de risco para a instalação de doenças crônicas não transmissíveis.

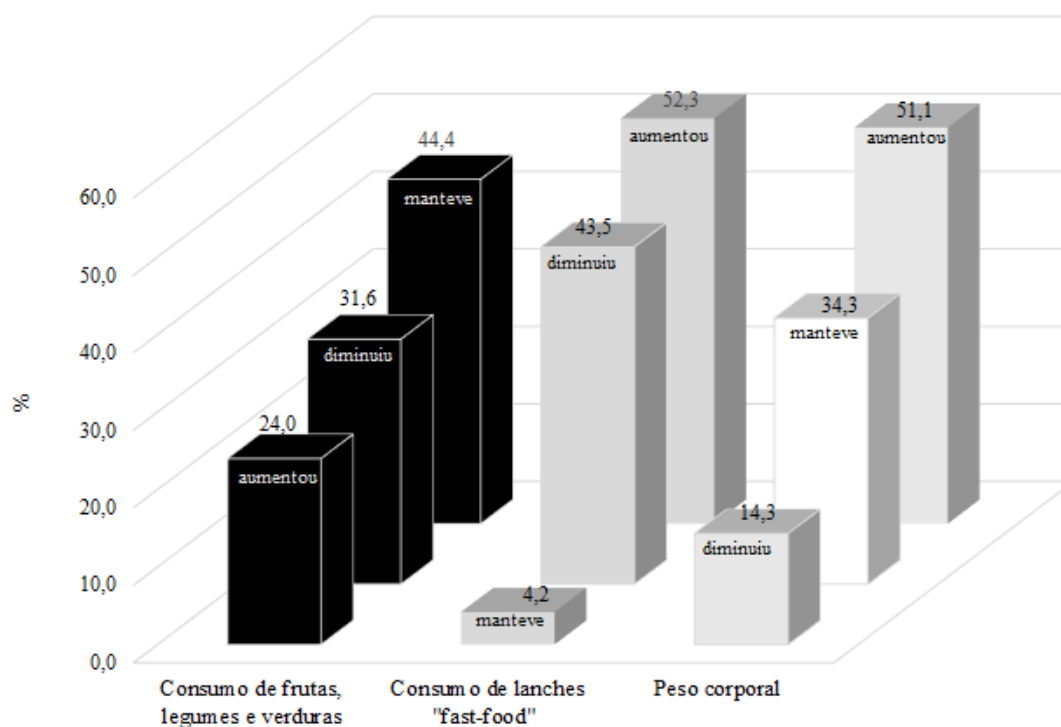


Figura 3 - Variação do consumo de diferentes tipos de alimentos e peso corporal dos estudantes durante a pandemia de COVID-19.

Fonte: os autores

De acordo com o Ministério da Saúde o que comemos reflete em nossa imunidade, diminui as chances de ficarmos doentes e ajuda na recuperação de doenças, pois uma dieta pobre, pouco variada, pode não oferecer os nutrientes necessários para que as células do nosso corpo trabalhem com eficiência e protejam nosso organismo. Uma alimentação saudável é algo indispensável para os seres humanos, pois auxilia em vários fatores do nosso organismo e quando estamos com a imunidade baixa, devido à falta de nutrientes, ficamos mais suscetíveis a contrair infecções bacterianas e virais, como a desencadeada pela COVID-19 (24).

Quando questionados sobre a frequência de consumo de alguns grupos de alimentos (Figura 4), mais de 50% dos estudantes relataram que não houve alteração na ingestão de carnes, leite e derivados, cereais, leguminosas e raízes e tubérculos. A maioria também informou que o consumo de ovos, azeite de oliva, legumes e verduras, frutas e sucos naturais permaneceu o mesmo. Esses alimentos são ricos em nutrientes, cujo consumo é recomendado como prevenção de diversas doenças, pois fortalecem o nosso sistema imunológico (24).

O consumo de refrigerantes e sucos artificiais, bem como salgadinhos e biscoitos industrializados diminuiu, o que indica que alguns hábitos alimentares comumente encontrados entre os universitários durante a graduação, sofreram mudanças positivas durante a pandemia. Acredita-se que esse comportamento seja pelo fato de estarem mais em casa, com o aumento de preparação de alimentos pelas famílias e associado ainda a redução do hábito de “comer fora”, visto que o funcionamento de bares, lanchonetes e restaurantes comerciais foi alterado pelas restrições do isolamento social (14).

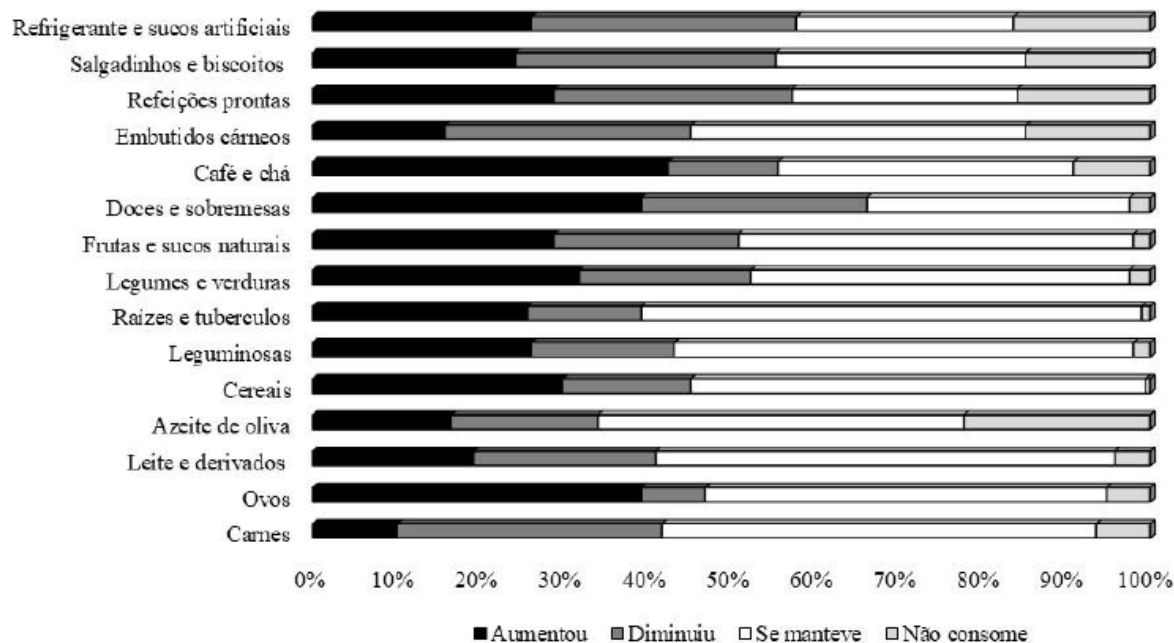


Figura 4 - Frequência de consumo de diferentes grupos de alimentos apresentada pelos estudantes durante a pandemia de COVID-19

Fonte: os autores

Pesquisas anteriores têm mostrado que diante de outro ambiente de convivência, os estudantes acabam adotando uma ingestão alimentar inadequada e, conseqüentemente, desenvolvendo peso excessivo e risco de obesidade os quais podem estar associados a indício de compulsão alimentar, devido a ansiedade e estresse físico transformado a alimentação em uma “válvula de escape” (25,26). Dados nacionais da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018 indicam que, no Brasil, o percentual de pessoas obesas em idade adulta no país dobrou em 17 anos, indo de 12,2%, entre 2002 e 2003, para 26,8%, em 2019. No mesmo período, a proporção da população adulta com excesso de peso passou de 43,3% para 61,7%, sendo que o excesso de peso em homens adultos é maior (50,1%) do que nas mulheres (48,0%) e mais prevalente nos homens com maior renda (61,8 %) (13).

Pressupondo que uma maior ingestão de alimentos que não requerem preparação, ricos em gorduras, açúcares e sal, conduz ao aumento de massa gorda, foi observado que 51,4% dos discentes expressaram ganho de peso corporal durante o período de contenção social. Fatores externos podem influenciar na nossa imunidade e na ocorrência de desenvolvimento de doenças. A obesidade, por exemplo, figura-se no conjunto das morbidades mais frequentes na doença COVID-19 grave, considerada como um fator de risco independente para a severidade da doença e mortalidade por essa enfermidade (28).

Estudos que investigaram o estilo de vida de universitários e mais especificamente o comportamento sedentário associado aos hábitos alimentares e ao excesso de peso, revelam que existe uma grande proporção de estudantes que apresentam correlação entre essas variáveis, com um estilo de vida inadequado, seja nas dimensões de atividade física como na nutrição e estresse, de forma isolada ou relacionada (29,30).

Oliveira (11) verificou que 77,6% da população estudantil que participou do estudo, modificou seus hábitos alimentares com a suspensão das aulas presenciais e, do total de estudantes, 24,6% (n=33) informaram que seu peso aumentou. Para alguns autores, como forma de se proteger de uma possível escassez, a população passou a adquirir mais alimentos processados e ultraprocessados, visto que eles têm menor perecibilidade, são práticos, de fácil acesso e, quando comparados a alguns alimentos frescos, apresentam preço mais baixo para alguns itens (31).

Além de manter um estado nutricional adequado, a prática de atividade física regular surge como elemento relevante, pois além de desenvolver aptidão física geral, traz também benefícios para a saúde mental ao praticante, ou seja, os níveis de atividade física e o bem-estar psicológico parecem estar positivamente associados (18). Guedes e Guedes (32), relatam que o exercício físico pode aumentar a disposição de ânimo e diminuir a tensão provocada por situações estressantes, além disso, melhora a autoestima, a autoimagem e a autoconfiança, inclusive no controle da ansiedade e da depressão.

A atividade física foi relatada como frequente em 61,5% (n=249) dos participantes deste estudo, porém 44,5% (n=111) dos que praticam alguma atividade informaram que a regularidade diminuiu com a chegada da pandemia. A redução da prática, segundo Pitanga et al. (33) pode ser associada às medidas que foram instituídas neste período, as quais limitaram o acesso aos centros de atividades físicas a partir do fechamento de academias, clubes e ginásios desportivos, bem como as atividades realizadas ao ar livre. A OMS apresenta recomendações específicas de atividade física para a população durante o período pandêmico onde o exercício físico deve ser regular e de moderada intensidade e ser especialmente estimulado durante o confinamento por indivíduos assintomáticos saudáveis como medida para a prevenção de doenças metabólicas, físicas e/ou

psicológicas, sendo no mínimo 150 minutos (adultos) distribuídos em 3 a 4 vezes na semana (34).

No contexto da COVID-19, é essencial a manutenção da prática de exercícios físicos, pois além de evitar o surgimento de doenças cardiovasculares e respiratórias, protegendo contra a COVID-19, previne o surgimento de transtornos psiquiátricos, uma vez que o distanciamento social pode provocar ansiedade, nervosismo, tristeza e isolamento afetivo, os quais em excesso podem ser prejudiciais (35).

Consequentemente, é fato que o isolamento social levou a alteração de comportamentos e trouxe mudanças psicológicas e fisiológicas, incluindo o aumento da prevalência de ansiedade, depressão, alcoolismo, tabagismo, sedentarismo e alterações nos comportamentos alimentares como a alimentação compulsiva. Tais alterações resultaram em consequências negativas para a população em geral, com possíveis problemas para a saúde pública a longo prazo. Dos estudantes consultados, a maioria (41,5%) não informou diagnóstico para doenças não transmissíveis durante a graduação, porém foi observado que 21,5% (n=87) apresentaram ansiedade e 5,7% (n=23) depressão. Dentro das maiores dificuldades relatadas pelos estudantes universitários no contexto da pandemia, se destacam os estudos e a saúde mental (36). Considerando o período de isolamento social, de adaptações para o ensino remoto e dificuldades emocionais frente a uma doença ameaçadora, o cenário torna-se propício ao surgimento de problemas relacionados à saúde e bem-estar psíquico dos indivíduos (37).

Em relação à saúde mental, vários estudos têm mostrado que a prática de atividade física pode trazer importantes benefícios para a prevenção da depressão, ansiedade, Síndrome de Burnout e estresse percebido. Portanto, a atividade física regular torna-se um importante aliado para a gestão desses problemas de saúde que afetam a população, especialmente durante a pandemia de COVID-19 (38). Os sintomas de ansiedade, angústia e depressão podem ser comuns neste cenário e a associação entre ansiedade, depressão e uma maior ingestão energética, como no aumento do consumo de alimentos com elevado teor de gordura e sobretudo açúcar, têm sido relatados.

Essas mudanças nos hábitos alimentares podem aumentar o risco de indivíduos desenvolverem obesidade que, além de ser um estado crônico de inflamação, muitas vezes é associado a complicações como diabetes, tireoide e doenças pulmonares as quais demonstraram aumentar o risco de complicações mais graves da COVID-19 (26). Entre os estudantes pesquisados, doenças como diabetes, tireoide e doenças pulmonares foram referidas por 1,2% (n=5), 1,7% (n=7) e 2,0% (n=8), respectivamente e 9,1% (n=37) informaram ter contraído COVID-19. Portanto, é importante consumir uma dieta equilibrada, composta de frutas, vegetais, grãos integrais, proteínas vegetais e animais, e gorduras saudáveis, sendo a melhor maneira de obter todos os nutrientes essenciais para manter uma boa saúde e função imunológica adequada (25).

Além da inclusão de alimentos pouco saudáveis na alimentação, existe um crescimento do consumo de substâncias psicoativas entre a população, como o álcool e tabaco, que são drogas lícitas e socialmente aceitas e com tendência ao uso em idades cada vez mais precoces. De acordo com Damasceno et al. (39), o ambiente universitário pode permitir acesso com mais facilidade às diversas drogas com um aumento significativo no consumo após a inserção no ensino superior. No Brasil o uso dessas substâncias tem aumentado, principalmente entre os jovens com idade de 18 a 24 anos, sendo que nessa faixa etária se enquadra a maioria dos estudantes universitários.

O prazer geralmente é o maior motivo para o uso do álcool e outros tipos de drogas, mas também é referido como um escape para ansiedade e pressões causadas por provas e outras atividades acadêmicas (40), bem como responsabilidades da vida adulta. Dessas substâncias o álcool é a droga mais consumida entre os universitários participantes da pesquisa, sendo que 73,1% (n=296) referiram consumir bebidas alcoólicas, a maioria (48,4%), fazendo uso de forma social, ou seja, somente em datas comemorativas, festas e eventos (Figura 5A).

Entre os acadêmicos que informaram não consumir bebidas alcoólicas, 76,4% são do gênero feminino. Ao avaliar se a pandemia provocou mudanças no consumo entre os universitários que costumam beber, 17,3% (n=70), relataram que aumentaram o consumo de bebida alcoólica (Figura 5B).

Segundo alguns autores, durante o período de isolamento, o aumento do consumo pode estar associado a sensação de bem-estar imediata ou/e pela busca de alternativas para distração frente aos momentos de tédio (41). Porém esse tipo de mudança comportamental aumenta os riscos do desenvolvimento de doenças crônicas e, a longo prazo, o tabaco, o álcool e as drogas estão associados com consequências negativas como dependência, depressão, violência, acidentes rodoviários, comportamentos sexuais de risco, suicídios (42%), entre outros.

Além do consumo de álcool, o tabagismo tem sido uma grande preocupação devido aos riscos relacionados à saúde respiratória que já pode estar comprometida frente a infecção por COVID-19. Os resultados encontrados neste estudo, mostram que o tabagismo se faz presente em 12,3% (n=50) dos entrevistados e, destes, 38,0% (n=19) informaram que o hábito de fumar aumentou com a pandemia ao passo que 44,0% pararam de fumar ou diminuíram o consumo. Em geral, a população universitária apresenta acesso às informações ligadas à saúde de forma imediata, o que poderia influenciar diretamente a opção de não consumir cigarros, fato encontrado neste trabalho.

Na dimensão alimentar, os desafios impostos durante a pandemia para a aquisição de alimentos, considerando o acesso físico e econômico aos mesmos, devido às medidas de isolamento adotadas com o fechamento de feiras livres, banco de alimentos, restaurantes populares e universitários, acarretou uma diminuição no acesso a alimentos saudáveis. A redução do poder de compra das famílias e a alta nos preços dos alimentos nos últimos anos são considerados os principais fatores que levaram a retrações importantes no consumo alimentar e, durante a pandemia, a situação de insegurança alimentar domiciliar tem sido agravada (32).

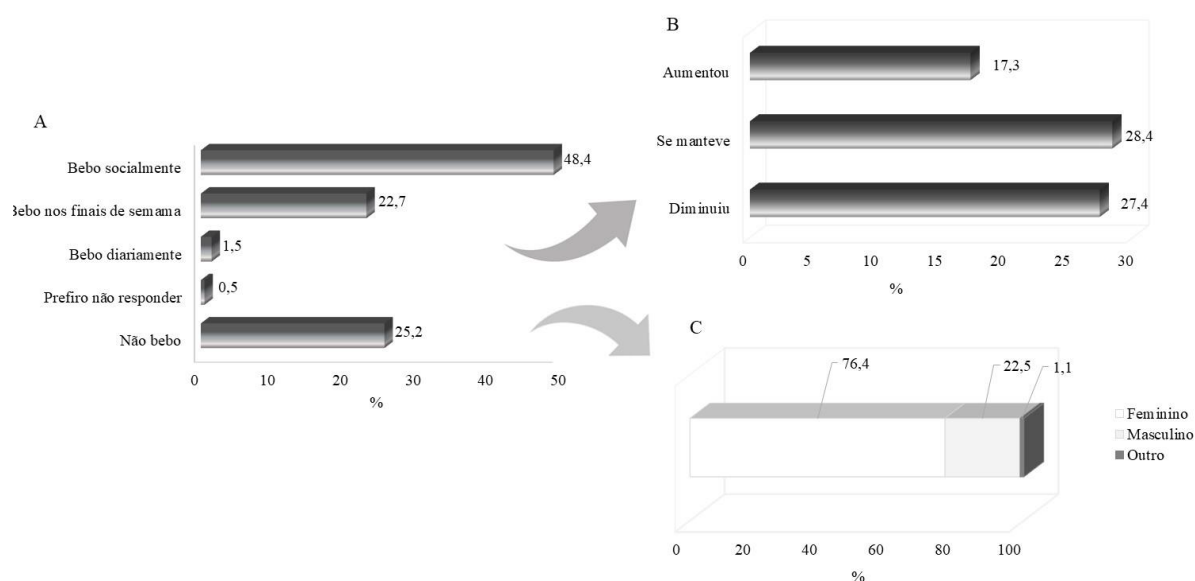


Figura 5 - Frequência de consumo (A), nível de consumo durante a pandemia de COVID-19 (B) e distribuição por gênero (C) entre os acadêmicos consumidores de bebidas alcoólicas
 Fonte: os autores

De acordo com Jaime (43), a pandemia tem contribuído para a sensação de insegurança alimentar em relação ao acesso aos alimentos. Além de alterar sua rotina em função da situação sanitária, muitas pessoas optaram por fazer estoques de comida em casa, atitude observada em 19,3% (n=78) dos estudantes pesquisados, quando questionados sobre de que forma estavam adquirindo os alimentos.

Para Naja e Hamadeh (44), a pandemia pode trazer dificuldades na distribuição de alimentos, gerando menor disponibilidade e acesso, os quais, associados a diminuição da renda, podem se tornar uma ameaça à segurança alimentar. De acordo com Pereira-Santos et al. (45), a renda pode sim influenciar na ingestão alimentar, sendo comum associar dietas pobres nutricionalmente com problemas de saúde, principalmente no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis. No presente estudo, durante o período da pandemia, 10,4% (n=42) dos estudantes relataram não ter conseguido o abastecimento de alimentos necessários devido a questões financeiras.

Com a pandemia, os estabelecimentos que produziam refeições e que atendiam às pessoas, como trabalhadores e estudantes, tiveram seus serviços reduzidos ou paralisados, havendo uma migração de outros serviços como “take out/away” e “delivery”. Em relação aos acadêmicos da UNIPAMPA, 24,9% (n=101) apontaram aumento na frequência na aquisição de alimentos prontos para consumo através desses serviços durante a pandemia. Se por um lado a entrega em domicílio é uma solução viável em função das medidas de isolamento, por outro, considerando as diferenças socioeconômicas, sabe-se que essa tecnologia não está acessível a toda população. Quem não tem acesso à estratégia de “delivery” e, em função das medidas de isolamento social, acabou fazendo suas refeições em casa. Para tanto, essas pessoas precisavam adquirir gêneros alimentícios, mas a ida ao supermercado também se tornou um fator de risco. Logo, neste estudo, 19,7% (n=80) dos estudantes referiram estocar comida em casa por no mínimo 15 dias.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados, uma porcentagem considerável dos estudantes universitários informou que houve mudanças nos hábitos alimentares durante o período de contenção social, expressa pela variação do peso, aumento da ingestão de doces e alimentos “fast-food” como pizzas e lanches, bem como verificou-se ainda o aumento do consumo de bebidas alcoólicas e a diminuição de atividades físicas.

Devido às restrições do isolamento social, a pandemia do COVID-19 trouxe alterações no comportamento dos estudantes, seja pelas dificuldades de acesso aos alimentos e/ou escolhas negativas no estilo de vida, com consequências na saúde mental e física. Essa relação entre alimentação saudável e estilo de vida associa-se aos fatos individuais vivenciados na vida acadêmica e pessoal dos alunos, principalmente para os estudantes mais vulneráveis em termos sociais e econômicos.

Observou-se que alguns comportamentos alimentares foram mantidos saudáveis durante o confinamento quando comparados aos hábitos alimentares que eram adotados durante o curso de graduação antes do período pandêmico. As universidades têm condições organizacionais e estruturais para garantir o acesso a alimentos de qualidade e a implantação de ações que promovam a adoção e manutenção de hábitos saudáveis dos estudantes ao longo da vida acadêmica, proporcionando assim menor risco de desenvolvimento de doenças crônicas visando uma melhor qualidade de vida quando indivíduos adultos. Os dados apresentados nesse trabalho podem alertar para as consequências da pandemia sobre os alunos de graduação da UNIPAMPA e possíveis modificações que possam ter ocorrido na vida acadêmica e social destes estudantes antes, durante e após pandemia, principalmente por ser uma amostra composta em sua maioria por jovens em situações diferenciadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os estudantes que participaram deste estudo.

REFERÊNCIAS

1. WHO. Corona virus disease 2019. Geneva: World Health Organization. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 02]. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-they-happen>.
2. Ministério da Saúde (BR). Coronavírus. Perguntas e respostas. Brasília: Ministério da Saúde [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 02]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/perguntas-e-respostas>.
3. Garcia LP, Duarte E. Intervenções não farmacológicas para o enfrentamento à epidemia da COVID-19 no Brasil. Epidemiol Serv Saúde [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Set 02]; 29(2):e2020222. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742020000200009>.
4. Malta DC, Szwarcwald CL, Barros MBA, Gomes CS, Machado IE, Souza Júnior PRB, et al. A pandemia da COVID-19 e as mudanças no estilo de vida dos brasileiros adultos:

- um estudo transversal. *Epidemiol Serv Saúde* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Set 02]; 29(4):1-13. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-49742020000400026>.
5. Mendes EN, Fiquene JC, Bessani L, Silva FCMS, Máximo NF, Alvarez LS. Hábitos de vida e consumo de alimentos pós pandemia de COVID-19 em São Luís, Maranhão, Brasil. *Saúde Coletiva* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 02];10(58):3849–3855. Disponível em: <https://revistas.mpmcomunicacao.com.br/index.php/saudecoletiva/article/view/994/1134>.
6. Verticchio DFR, Verticchio NM. Os impactos do isolamento social sobre as mudanças no comportamento alimentar e ganho de peso durante a pandemia do COVID-19 em Belo Horizonte e região metropolitana, Estado de Minas Gerais, Brasil. *Res, Soc Dev*. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Set 02];9(9):e460997206. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7206>.
7. Silva SM, Rosa AR. O impacto da COVID-19 na saúde mental dos estudantes e o papel das instituições de ensino como fator de promoção e proteção. *Revista Práxis*. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Set 02]; 18(2):188-206. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistapraxis/article/view/2446>.
8. Brasil. Decreto nº 7.234, de 19 de julho de 2010. Dispõe sobre o Programa Nacional de Assistência Estudantil – PNAES. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2010.
9. Marcondelli P, Costa THM, Schmitz BAS. Nível de atividade física e hábitos alimentares de universitários do 3º ao 5º semestres da área da saúde. *Rev Nutr*. 2008;21(1):39-47.
10. Baldini M, Pasqui F, Bordoni A, Maranes IA. Is the Mediterranean lifestyle still a reality? Evaluation of food consumption and energy expenditure in Italian and Spanish university students. *Public Health Nutr*. [Internet]. 2008 [acesso em 2021 Ago 02];12(2):148-55. Disponível em: <http://doi:10.1017/S1368980008002759>.
11. Oliveira ASS. Hábitos alimentares de estudantes universitários em período de contenção social [dissertação]. Porto: Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação. Universidade do Porto [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Set 29]. Disponível em: <https://repositorio.aberto.up.pt/bitstream/10216/127947/2/409895.pdf>.
12. Araújo TA, Medeiros DBV, Vasconcelos DB, Dutra LV. (In)segurança alimentar e nutricional de residentes em moradia estudantil durante a pandemia do COVID-19. *Segur Aliment Nutr*. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Set 02];28(00):1-9 Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8661200>.
13. IBGE - Pesquisa de orçamentos familiares 2018-2019. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 25]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

14. Bezerra ACV, Silva CEM, Soares FRG, Silva JAM. Fatores associados ao comportamento da população durante o isolamento social na pandemia de COVID-19. *Cien Saúde Colet.* 2020;25, (1):2411-2421.
15. Maciel EDS, Sonati JG, Modeneze DM, Vasconcelos JS, Vilarta R. Consumo alimentar, estado nutricional e nível de atividade física em comunidade universitária brasileira. *Rev Nutr.* 2012; 25:707–718.
16. Almeida LO. Práticas Alimentares de Usuários de um Restaurante Universitário [dissertação]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia [Internet]. 2012 [acesso em 2021 Jun 02]. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/12745/1/d.pdf>
17. Amorim ALB, Ribeiro Junior JRS, Baldoni DH. Programa Nacional de Alimentação Escolar: estratégias para enfrentar a insegurança alimentar durante e após a COVID-19. *Rev Adm Pública.* 2020;54(4):1134-1145.
18. Martins MCC, Ricarte IF, Rocha CHL. Pressão Arterial, Excesso de Peso e Nível de Atividade Física em Estudantes de Universidade Pública. *Arq Bra. Cardiol.* 2010;95(2):192-199.
19. Oliveira ELS, Furlan MCR, Uiliana CH, Junior AGS, Nagata LA. Avaliação dos hábitos alimentares em estudantes universitários. *Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro/RECOM* [Internet]. 2021 [acesso em 2021 set 02];11/3742:1-9. Disponível em: <https://doi.org/10.19175/recom.v11i0.3742>.
20. Ferreira KM, Oliveira DS, Reggiolli MR. Qualidade dos alimentos consumidos por universitários de uma instituição de ensino superior de Mogi Guaçu/SP. *Interciência & Sociedade* 2014;3:77-86.
21. Bernardo GL, Jomori MM, Fernandes AC, Proença RPDC. Food intake of university students. *Rev de Nutr.* 2017;30:847-865.
22. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, Moubarac JC, Louzada MLC, Rauber F, et al. Ultra-processed foods: What They are and how to identify them. *Public Health Nutr.* [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Ago 20];22(5):936-941. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980018003762>. Epub 2019 Feb 12. PMID: 30744710.
23. Almeida L, Santos BT, Prates RP, Leão LL, Pereira EJ, Silva VS, et al. Alimentação como fator de risco para câncer de intestino em universitários. *Rev Bras Prom Saúde* 2017;30(1):72-78.
24. Ministério da Saúde (BR). O que você precisa saber o Corona Vírus. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 25]. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/>
25. Santos AKGV, Reis CC, Chaud DMA, Morimoto JM. Qualidade de vida e alimentação de estudantes universitários que moram na região central de São Paulo sem

a presença dos pais ou responsáveis. Rev Simbio-Logias. [Internet]. 2014. [acesso em 2021 Jun 02];7(10):77-99. Disponível em: https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Educacao/Simbio-Logias/qualidade_de_vida_alimentacao_de_estudantes.pdf

26. Whatnall MC, Hutchesson MJ, Patterson AJ. Predictors of Food Insecurity among Australian University Students: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Set 16];17(1):60. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17010060>

27. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigitel. Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Jun 25]. Disponível em: <http://vigitel-brasil-2019-vigilancia-fatores-risco.pdf>.

28. Gonçalves, DA, Ribeiro V, Gualberto A, Peres F, Luconi M, Gameiro J. COVID-19 and Obesity: An Epidemiologic Analysis of the Brazilian Data. *International Journal of Endocrinology*. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Out 02]; v. 2021, article ID 6667135, 10 pages. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/6667135>.

29. Paixão LA, Dias RMR, Prado WL. Estilo de vida e estado nutricional de universitários ingressantes em cursos da área de saúde do recife/PE. *Rev Bras Ativ Fis*. 2010;3(15)3:145-150.

30. Bastos TPF, Souza JV, De Oliveira MFA. Análise do perfil alimentar e do índice de sedentarismo e sobrepeso em estudantes universitários dos cursos de saúde. *Rev Práxis* 2014; 6(12):85-92.

31. Oliveira TC, Abranches MV, Lana RM. (In)Segurança alimentar no contexto da pandemia por SARS-CoV-2. *Cad. de Saúde Pública* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 set 20];36(4):1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00055220>.

32. Guedes DP, Guedes JERP. *Controle do peso corporal: composição corporal, atividade física e nutrição*. 2. ed. Shape; 2003.

33. Pitanga FJG, Beck CC, Pitanga CPS. Atividade Física e Redução do Comportamento Sedentário durante a Pandemia do Coronavírus. *Arq Bras Cardiol*. 2020;(114)6:1058-1060. [Acesso em 2021 \set. 28]. Disponível em: <https://doi.org/10.36660/abc.20200238>.

34. WHO. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. Geneva: World Health Organization. [Internet]. 2020 [Acesso em 2021 Ago 02]. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-they-happen>.

35. Matias TS, Dominski F, Marks DF. Human needs in COVID-19 isolation. *J Health Psychology* [Internet]. 2020. [acesso em 2021 Set 29];25(7):871-882. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1359105320925149ID218533208>.

36. Blando A, Marcilio FCP, Franco SRK, Teixeira MAP. Levantamento sobre dificuldades que interferem na vida acadêmica de universitários durante a pandemia de COVID-19. *Rev. Thema* [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 02]; 20:303-314 Disponível em: <https://dx.doi.org/10.15536/thema.V20.Especial.2021.303-314.1857>.
37. Banerjee D, Rai M. Social isolation in COVID-19: The impact of loneliness. *Int J Soc Psychiatry* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 25];66(6):525–527. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0020764020922269>
38. Jiménez-Pavón D, Carbonell-Baeza A, Lavie CJ. Physical exercise as therapy to fight against the mental and physical consequences of COVID-19 quarantine: special focus in older people. *Prog Cardiovasc Dis.* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Set 02]; 63(3):386-388. Disponível em: <http://doi:10.1016/j.pcad.2020.03.009>
39. Damasceno RO, Boery RNS, Ribeiro IJS, Anjos KF, Santos VC, Boery EN. Uso de álcool, tabaco e outras drogas e qualidade de vida de estudantes universitários. *Rev Baiana Enferm.* 2016;30(3):48-54.
40. Ramis TR, Mielke GI, Habeyche EC, Oliz MM, Azevedo HR, Hallel PC. Tabagismo e consumo de álcool em estudantes universitários: prevalência e fatores associados. *Rev Bras. Epidemiol.* 2012;15(2):376-385.
41. Di Renzo, L, Gualtieri P, Pivari F, Soldati L, Attinà A, Cinelli G et al. Eating habits and lifestyle changes during COVID-19 lockdown: an Italian survey. *J Transl Med.* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Set 02];18(1):229. Disponível em: <https://doi:10.1186/s12967-020-02399-5>.
42. Grácio JCG. Determinantes do consumo de bebidas alcoólicas nos estudantes do ensino superior de Coimbra. [dissertação]: Faculdade de Medicina. Universidade de Coimbra [Internet]. 2009 [acesso em 2022 Mar 02]. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/19129588.pdf>.
43. Jaime PC. Pandemia de COVID19: implicações para (in)segurança alimentar e nutricional. *Ciê Saúde Colet.* 2020; 25(7):2504-2504. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020257.12852020>.
44. Naja F, Hamadeh R. Nutrition amid the COVID-19 pandemic: a multi-level framework for action. *Eur J Clin Nutr.* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Jun 25];74(8):1117-1121. Disponível em: <http://doi:10.1038/s41430-020-0634-3>.
45. Pereira-Santos M, Mota-Santana J, De Carvalho ACN. Dietary patterns among nutrition students at a public university in Brazil. *Rev Chil Nut.* [Internet] 2016 [acesso em 2021 Jun 26]; 43(1): 39-44. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100006>.



MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS

Capítulo 15

FOODBORNE DISEASES: A COMPARISON BETWEEN OMNIVORES AND PLANT-BASED EATERS

Caroline de Aquino Guerreiro *; Damaris Costa **

*Department of Food and Experimental Nutrition, School of Pharmaceutical Sciences, University of Sao Paulo, Sao Paulo, 05508-270, Brazil.

**Department of Pharmaceutical Technology, School of Pharmaceutical Sciences, University of Sao Paulo, Sao Paulo, 05508-270, Brazil.

*Corresponding author – Email: caroline.guerreiro@usp.br

Abstract: Foodborne diseases are caused by ingesting food contaminated by microorganisms. Among factors contributing to a higher incidence are population growth, urbanization, and large-scale food production. Pathogenic microorganisms in the human gastrointestinal tract can cause changes that lead to intestinal dysbiosis by altering the gut microbiota composition. Gut dysbiosis is caused by a myriad of factors, including overexposure to environmental toxins that, when present in food, may encourage the multiplication of pathogenic microorganisms and the production of toxins that lead to inflammatory processes. In this sense, little is known about the vulnerability of vegetarians and vegans to food-related diseases compared to omnivores. Thus, the present work reviewed the recent literature to assess the risk of foodborne outbreaks in both plant-based eaters and omnivores. **Discussion:** Episodes of foodborne diseases result from improper handling, preservation, and distribution of materials unfit for consumption. Reports of foodborne outbreaks linked to animal-source foods may lead to the belief that there is a relationship between their consumption and increased susceptibility to foodborne cases in omnivores. However, they also occur due to contaminated fruits and vegetables and, therefore, in plant-based eaters since many of these items do not undergo microbial growth inhibition stages. To date, we are unfamiliar with studies that point to a reduced risk of outbreak-associated illnesses in plant-eaters compared to omnivores. We also stress the importance of good handling practices, of checking the food origin, as well as time and temperature to minimize episodes among all eaters.

Keywords: foodborne diseases; microbiome; omnivorous; plant-based diet; vegetarians;

INTRODUCTION

Foodborne diseases are caused by ingesting food and beverages contaminated by microorganisms or toxic substances (1) and can occur at various moments, from food harvesting to consumption (2, 3). According to the literature, foodborne diseases are characterized by episodes of two or more cases of similar clinical manifestation (4), resulting from exposure to foods suspected of being contaminated by pathogenic microorganisms, toxins, or poisons (5). For this reason, in case of suspected or emerging food outbreaks, an epidemiological investigation of the episode should be carried out (6) since this allows the identification of the contamination source and the establishment of control action plans to avoid new cases (7).

Consumption of spoiled food resulted in more than 600 million cases of foodborne illness, according to the World Health Organization (WHO) (8), totaling 7.69% and 7.50% of annual illness episodes and deaths, respectively (9). Foodborne episodes caused by bacteria (>220 million cases) were the highest in incidence compared to viruses (>138 million cases) and parasites (>10 million cases) (8). However, norovirus was responsible for the vast majority of cases, being present in vegetables, fruits, and meat (10). Microorganisms responsible for foodborne illness episodes include *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, rotaviruses, noroviruses, *Toxoplasma gondii*, *Cyclospora caytanensis*, *Giardia duodenalis*, and *Cryptosporidium parvum*. In addition, bacterial toxins present in contaminated food can also cause food poisoning (11).

Among the factors contributing to the occurrence of foodborne diseases are the population growth and existence of vulnerable groups (2), urbanization (12, 13), large-scale food production (14), and the lack of quality control, by public health authorities, of the food provided to the population (2). As a consequence, the most frequent symptoms associated with foodborne outbreaks are episodes of nausea, vomiting, diarrhea (15, 16), and weight loss (17), with the facultative presence of fever (18). Furthermore, such symptoms are not restricted to the gastrointestinal tract, as extraintestinal infections in the kidneys, liver, and central nervous system may also occur (18).

In the human gastrointestinal tract, specifically, pathogenic microorganisms present in drinking water and food can cause changes that lead to intestinal dysbiosis (19, 21), consequently altering the composition of the gut microbiota (19). Gut dysbiosis refers to an alteration in the local microbiota, promoting an imbalance between protective and pathogenic bacteria (22). A myriad of factors is involved such as diet (23), stress (24), immune function (25), misuse of antibiotics, laxatives, and anti-inflammatory drugs, as well as overexposure to environmental toxins (26). The latter, present in food, may encourage the multiplication of pathogenic microorganisms and the production of metabolic toxins that lead, in turn, to inflammatory processes (22), quite possibly aggravating foodborne diseases.

Although in Westernized regions, the eating habits follow a similar pattern, with higher consumption of processed and ultra-processed foods (27), other eating patterns have been consolidated in our society, such as vegetarianism and veganism (28). They consist of alternative ways of eating and consider factors such as life philosophy and environmental and health concerns as fundamental points (29). Vegetarianism, by definition, consists of abstaining from meat consumption (30), while in veganism, there is no utilization of any product of animal origin (31).

According to the literature, the vegetarian diet encourages a higher intake of dietary fiber (32) and foods high in antioxidants, and a lower intake of fats and sugars (33), aspects that contribute to reducing mortality from chronic diseases (34). In the context of food poisoning, however, little is known about the vulnerability of vegetarians and vegans to food-related diseases compared to the traditionally widespread omnivorous diet. Thus, the present work reviewed the recent literature to assess the risk of foodborne outbreaks in plant-based eaters (vegetarians and vegans) to observe whether they have a lower risk of foodborne illness than omnivorous consumers.

METHODS

The work was conducted based on bibliographic research covering the period from 2011 to 2021. The search was carried out in the Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed, and the Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences (Lilacs) databases. In order to guide this search, the following Health Sciences descriptors (DeCs) and Medical Subject Headings terms were used: *Foodborne Diseases*, *Food Poisoning*, *Vegetarian Diet*, *Plant-based Diet*, *Vegetarians*, *Vegetarianism*, *Vegan Diet*, *Veganism*, *Microbiome*, *Gastrointestinal Microbiome*, *Gut Microbiome*, *Intestinal Microbiome*, and *Human Microbiome*. The term *Omnivorous Diet* and its variations were not found in these descriptors but were manually included in the search libraries to retrieve the most relevant papers. The terms were combined using the Boolean operator “AND” to capture applicable papers related to this topic. As inclusion criteria, only studies published from 2011 onwards with a title and abstract relevant to the topic of this study were considered. Articles fully available for reading in English or Portuguese and indexed in the described databases were examined.

DISCUSSION

The human gastrointestinal tract comprises a huge variety of bacteria, viruses, parasites, and fungi, which compose the intestinal microbiota (35). In addition to playing an essential role against pathogenic bacteria (32), it also helps maintain intestinal epithelial integrity (36), in the synthesis of bioactive compounds and short-chain fatty acids for colonocytes, as well as promotes a balance between pro-and anti-inflammatory pathways (37). Thus, the microbiota not only interferes with immune development but also affects the bacterial composition in the gut (38).

In this context, one of the main factors capable of modulating the intestinal microbiota and the body's susceptibility to disease is diet (39, 40). Plant-based diets, including the vegan diet, are characterized by abstention from animal protein, reduced protein intake, and low levels of saturated fats (33). This diet also has a high intake of simple and complex carbohydrates, seeds, and whole-grain products (41) and generally has a lower caloric intake than the omnivorous diet (42). Therefore, carbohydrates and fiber account on average for 54.3% and 28.1% of the daily caloric needs of a plant-based diet, respectively. In omnivores, such values correspond to 46.7% and 18.7%, respectively (42).

According to the literature, vegetarian diets have been recognized as bringing various health benefits and, once well planned, may contribute to the prevention and treatment of chronic diseases (43). Part of this protection comes from maintaining a

healthy microbiota, stimulated by the presence of nutrients, and whose imbalance, also described as dysbiosis, can lead to several chronic metabolic diseases (44). Generally, the microbiota of a healthy individual is composed of the phylum Bacteroidetes, which includes the genera *Bacteroides* and *Prevotella*, and Firmicutes, including the genera *Clostridium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, and *Faecalibacterium* (45, 46). However, studies on the enterotypes or groups of bacteria whose functions are associated with nutrient metabolism (47) have been discussed to comprehend how different diets alter the profile of the individual gut microbiota. Wu et al. (48) investigated the differences in gut microbiota profiles due to different dietary choices. According to the researchers, it was possible to trace three enterotypes associated with dietary profiles: in vegetarian diets and those rich in carbohydrates, the genus *Prevotella* was found in more significant proportion; the genus *Bacteroides* was associated with protein diets and those rich in animal products, similar to omnivorous diets; and finally, a microbiota rich in Firmicutes was associated with a Westernized, fat-based diet (48). In addition, the genus *Bacteroides* was also associated with a diet rich in saturated fats, while *Prevotellas* was related to a low intake of these nutrients and high simple sugars intake (49) (figure 1).

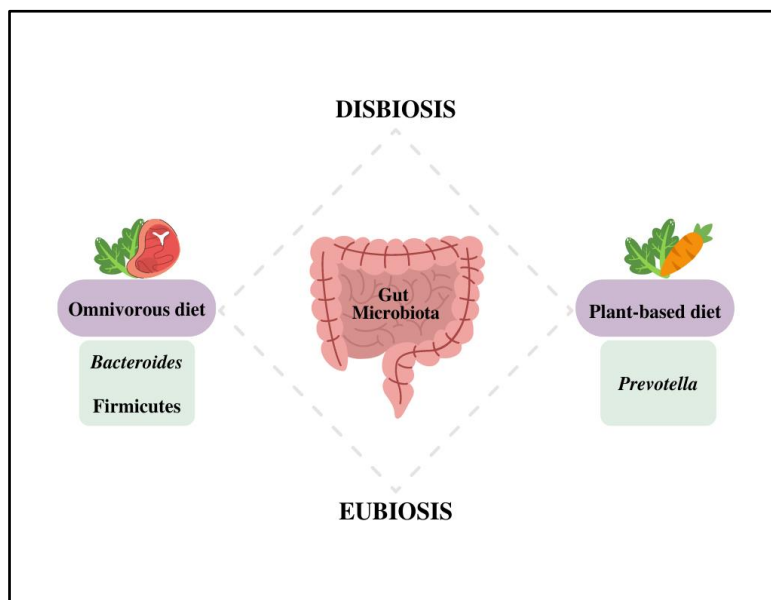


Figure 1 – Schematic representation of the main bacterial phylum (Bacteroidetes and Firmicutes) residing in the gut of omnivores and plant-based dieters, according to the predominant bacterial profile described in the literature.

Concerning episodes of foodborne illnesses, several factors are involved in their acquisition, including improper handling and preparation, preservation, and distribution of raw materials unsuitable for consumption (7). According to the Centers for Disease Control and Prevention (CDC), there have been more than 250 foodborne illnesses identified, most of them caused by *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*, *Campylobacter* spp., and *S. aureus*, as well viruses (norovirus) and parasites (16), present in both plant- and animal-based foods. Table 1 lists the main microorganisms that are implicated in foodborne illness, foods items that are commonly involved and experienced symptoms.

Table 1 – Major pathogens accounted for foodborne diseases. (spp. = multiple species).

Pathogens	Foods associated	Signs & Symptoms	Symptoms duration	Ref.
<i>Bacillus cereus</i>	Meats, gravies, starchy foods	Diarrhea, cramps, nausea, but not vomiting	6 to 15 hours	79;82
<i>Campylobacter jejuni</i>	Mostly undercooked meats, poultry, pork, unpasteurized milk	Abdominal cramps, fever, diarrhea (with blood sometimes)	2 to 10 days	62;82
<i>Clostridium botulinum</i>	Improperly canned foods, poorly cooked foods	Blurred vision, nervous system problems, diarrhea, weakness, and vomiting; may occur deaths	4 to 72 hours	11;79
<i>Cyclospora caytanensis</i>	Contaminated drinking water, fruits, and vegetables	Explosive diarrhea, weight loss, bloating, nausea, loss of appetite, cramps, flatulence, headaches; sometimes flu-like symptoms	Variable (days to months)	79;82
<i>Escherichia coli</i>	Unpasteurized milk, undercooked meat, and contaminated vegetables	Cramps, nausea, severe diarrhea, vomiting, low fever	3 to 10 days	73;76 ;79
<i>Giardia duodenalis</i>	Contaminated water and fresh produce	Nausea, cramps, foul-smelling diarrhea, flatulence, weight loss	2 to 6 weeks	79;82
<i>Listeria monocytogenes</i>	Deli meats, cheese, smoked seafood, unpasteurized milk, poultry products	Fever, diarrhea, muscles aches, chills, nausea	Variable (days to weeks)	11;57 ;59;8 2
Norovirus	Contaminated drinking water, mollusks, shellfish, fruits, and vegetables	Diarrhea, vomiting, abdominal pain, fever,	1 to 3 days	79;83
Rotaviruses	Mostly fecal-oral transmission; and raw vegetables and fruits	Watery diarrhea, vomiting, fever, abdominal pain	3 to 8 days	79;82 ;84
<i>Salmonella</i> spp.	Meat and meat products, poultry, seafood, fish, raw	Nausea, vomiting, fever, shivers, muscular pain, cramps,	Until 7 days	61;63 ;64

	eggs, and dairy products	loss of appetite, diarrhea, and stomach ache; may progress to septicemia or bacteremia		
<i>Shigella</i> spp.	Contaminated fresh produce and drinking water	Nausea, vomiting, abdominal pain, diarrhea, fever, pus/mucus in stools	5 to 7 days	82;85
<i>Staphylococcus aureus</i>	Pastries, unrefrigerated meats, egg salads, vegetables	Nausea, vomiting, abdominal pain, facultative diarrhea	24h to 48h	76;82
<i>Toxoplasma gondii</i>	Raw or undercooked meat, seafood, unpasteurized milk	Muscle pains, blurred vision, sore lymph nodes, flu-like symptoms, fever, headache, muscle ache	Variable (weeks to months)	79;82
<i>Vibrio</i> spp.	Contaminated seafood, rice, vegetables, and drinking water	Abdominal pain, watery diarrhea, vomiting, dehydration	2 to 8 days	76;79
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Pork, oysters, unpasteurized milk, contaminated drinking water	High fever, stomach pain, vomiting, fever	1 to 3 weeks	79;82

In addition to being a growing public health problem, especially in developing countries (50), the largest source of food contamination is the household itself, according to the survey of the distribution of food outbreaks by places of occurrence between 2009 to 2018 (5). Among the factors contributing to this phenomenon are poor food acquisition, transportation, storage, preparation, and exposure to excessive temperatures (50, 51). Specifically, when it comes to consequences brought to the host, foodborne diseases often cause or intensify intestinal dysbiosis by altering essential metabolic functions present in the intestinal lumen (52, 53). Plant-based polysaccharide-rich diets low in sugars or fats favor the presence of short-chain fatty acids in the TGI, reducing the presence of pathogenic bacteria such as *Salmonella enterica* through contact, above all, with butyric acid produced by Firmicutes phylum (53).

Regarding the consumption of meat and meat products, Josephs-Spaulding et al. (54) emphasize that due to it being a warm, humid, and nutrient-rich environment, the development of pathogenic microorganisms in these products poses a significant health threat; in addition to the subsequent economic losses. For example, a foodborne outbreak caused by *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., and several toxin-producing *E. coli* caused a recall of more than one million pounds of contaminated meat in the United States (US) in 2014, revealing the socioeconomic efforts in controlling foodborne illness (55).

Furthermore, according to the Food Safety and Inspection Service, responsible for supervising meat and egg products in the US, poultry products were the foremost responsible for recalls occurring in 2019 (56).

In Raheem (57), the author warns about the risks of contamination of meat products and cheeses by the psychrotrophic bacterium *Listeria* spp. Listeriosis, a disease caused by bacterial infection and responsible for food recalls, ranks second in foodborne illness deaths in the US and France. The genus *L. monocytogenes*, in particular, can grow at refrigerated temperatures and in foods with low moisture and high salt concentration, such as smoked seafood, meats, and cheese from unpasteurized milk. In addition, by genomic sequencing tools, Nastasijevic et al. (58) identified three different *L. monocytogenes* serotypes (1/2a, 1/2c, 4b) in a meat processing establishment and delicatessens. According to them, bacteria were present at various points in the production chain, such as the slaughter line, chilling chambers, and deboning, forming biofilms on glass and stainless steel surfaces. Noteworthy, delicatessens are establishments whose contamination is significant since cold cuts sliced and packaged in these facilities proved susceptible to contamination by *L. monocytogenes* at five to seven times the frequency of food processors (59, 60).

In addition to *L. monocytogenes*, meat and related products are susceptible to contamination by *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. (61). Capable of colonizing both poultry and ruminants, studies estimated that *Campylobacter* spp. is present in 60% to 70% of the poultry sold in retail markets in the European Union, while in the US, this amount could be as high as 98% (62). Regarding *Salmonella*, whose infection occurs through consumption of contaminated food and water or contact with infected food-producing animals (63), Chlebicz and Ślizewska (64) emphasize that, in addition to eggs and dairy products, swine and cattle represent an important reservoir for several serotypes of the bacteria, with fresh meat being a particularly favorable environment due to the presence of nutrients, pH, and high water activity.

Reports of foodborne outbreaks linked with consumption of animal-source foods may lead to believe there is a relationship between their consumption and greater susceptibility to foodborne diseases in omnivores. However, foodborne illness can also occur due to contaminated fruits and vegetables (65) and, therefore, in plant-based eaters. In a study by Painter et al. (66), based on the analysis of 17 food commodities between 1998 and 2008, the annual occurrence of foodborne illnesses, hospitalizations, and deaths in the US was estimated. Of the total, 22% of diseases were attributed to leafy vegetables — the highest percentage among evaluated foods —, and about 46% were attributed to agricultural commodities in their entirety (represented by fruits, vegetables, legumes, grains, oils and sugars, roots, shoots, fungi, and other plant-based products). Meat and poultry commodities accounted for 22% of illnesses. Regarding hospitalizations, 46%, 41%, and 6% were attributed to land animal commodities, agricultural products, and aquatic animals, respectively. Of the entire list of foods evaluated, dairy foods accounted for the majority of hospitalizations (16%), with leafy vegetables (14%) and poultry (12%) as the next most common. Deaths in the period were mainly attributed to the consumption of land animal commodities (43%) and plant products (25%). In conclusion, episodes of illness were mostly attributed to plants, and deaths to animal commodities, especially poultry.

According to the Australian Institute of Food Safety, foodborne illnesses from microorganisms are largely associated with consuming meat and animal products.

However, vegetarians and vegans may suffer from outbreak-associated illnesses, as many minimally processed foods require little or no preparation and therefore do not undergo stages of microbial growth inhibition (67), but only cleaning, which contributes to their contamination (68). Microbial spoilage of plant-based foods can occur during harvest through contact with water or sewage, manure, and animal feces (69). In places where food is processed and sold, contaminated surfaces and equipment, and cross-contamination from food handlers, among other factors make vegetables a relevant risk source (70). Therefore, practicing a plant-based diet does not exempt eaters from experiencing a food-related outbreak (71). Interestingly, Rosberg et al. (72) found that the bacterial composition and diversity changed according to the product shelf life in leafy vegetables such as spinach. Also, they found that commercial washing did not reduce the microbial loads, compared to unwashed vegetables, with the former only promoting an alteration of the plants' microbiota. Finally, the authors observed the presence of *E. coli* after washing, a fact reinforcing the possibility of cross-contamination and the need to adopt good handling practices for these products.

According to the Food and Agriculture Organization (FAO) agency of the United Nations (2020), *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., and enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) are on the top list of microorganisms involved in foodborne outbreaks, with EHEC being associated with unpasteurized products, fresh fruits, and vegetables (73). Along with good handling practices, time and temperature are also critical extrinsic parameters to avoid foodborne syndromes (74, 75). Kothe (76) evaluated the behavior of *E. coli* and *S. aureus* in fruits and vegetables exposed to different temperatures (10, 20, and 30 °C) in food services. At refrigeration temperatures (10 °C), there was no microorganisms' multiplication in the samples. In contrast, cooked broccoli, cucumber, watermelon, and papaya tested positive for bacteria at higher temperatures, emphasizing the need to restrict the time and temperature abuse. Regarding health problems caused by Shiga toxin-producing *E. coli* (STEC), recent data from the WHO Reference Group on the Epidemiology of the Burden of Foodborne Diseases (FERG) estimated that each year since 2010, STEC has been responsible for more than 1 million cases, dozens of deaths, and almost 13,000 disability-adjusted life-years worldwide (77). In a more recent FAO report (2019), which assessed the proportion of STEC-related diseases in different foods, it was pointed out that beef, crops, and dairy products contributed to 16% (95% UI: 2 - 17%), 15% (95% UI: 2 - 15%), and 6% (95% UI: 1 - 6%) of bacterial contamination, respectively. Particularly in the Americas region, beef was the leading source of STEC contamination (40% - 95% UI: 39.1 - 40.9%), followed by fruits and vegetables (35% - 95% UI: 34.1 - 36.2%) (78), a percentage very close among the food groups evaluated.

Given the data presented, it can be seen that meat and plant commodities are the two most significant food categories for developing foodborne diseases. Further, both vegetarians/vegans and omnivores are vulnerable to outbreak-associated illnesses since toxins, spores, or microorganisms may contaminate the raw material. Although animal source foods seem more prone to contamination, especially raw or undercooked meat, seafood, and poultry, fruits and vegetables also may get contaminated, as the windows of exposure to pathogens are diverse and include food matrix, harvesting, processing, and trading. It is also emphasized that poorly sanitized raw food, or food that has not been cooked, is at greater risk of contamination by microorganisms, and therefore should be avoided by everyone, especially by the most vulnerable population groups.

CONCLUSIONS

The data provided point out that, although new technologies and control processes are continuously being implemented and improved, foodborne diseases represent a public health threat linked to environmental changes, dietary habits, and urbanization. Regarding plant-based diets, studies highlight that they can modify the composition of the host's microbiota in the long term, influencing their health and resistance to disease. However, we are unfamiliar with studies that point to a reduced risk of outbreak-associated illnesses in plant eaters compared to omnivores. To our knowledge, most of them focus on specific food matrices or changes in gut microbiota between groups. Therefore, it appears that both categories of eaters are similarly susceptible to foodborne diseases, as they often consume foods identified in the literature as more prone to contamination, i.e., raw meat and meat products and raw fruits and vegetables. That said, it is noteworthy that assigning foodborne illness to a specific food or food group proves challenging, as microorganisms are present in a multitude of food groups and are transmitted through the above-mentioned conditions. Finally, we underline the importance of observing good food handling practices, food sources, and variables such as time and temperature to minimize foodborne episodes among all possible diets.

REFERENCES

1. Yamaguchi MU, Zanqueta ÉB, Moarais JF, Frausto HSEG, Silvério KI. Qualidade Microbiológica de Alimentos e de Ambientes de Trabalho: Pesquisa de Salmonella e Listeria. *Rev em Agronegocio e Meio Ambient.* 2013;6:3.
2. Ministério da Saúde (BR). Manual integrado de prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos [Internet]. 2010 [Accessed 22nd May 2022]. Available from: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_prevencao_doencas_alimentos.pdf.
3. World Health Organization. Foodborne diseases [Internet]. 2021 [Accessed 22nd May 2022]. Available from: https://www.who.int/health-topics/foodborne-diseases#tab=tab_1.
4. Centers for Disease Control and Prevention. Foodborne Outbreaks. [Internet]. 2018 [Accessed 18th Feb 2022]. Available from: https://www.cdc.gov/foodsafety/outbreaks/investigating-outbreaks/confirming_diagnosis.html
5. Germano PML, Germano MIS. Agentes bacterianos de toxinfecções. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. São Paulo: Livraria Varela; 2001.
6. Khera A. Outbreak investigation of foodborne illnesses. Food safety in the 21st century. Academic Press; 2017.
7. São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo. Secretaria Municipal da Saúde. Coordenadoria de Vigilância em Saúde - COVISA. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA). Informe Técnico 10/DVE/2018 [Internet]. 2018 [Accessed 24th May 2021]. Available from: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/informe_tecnico_surtosDTA_04062019.pdf

8. World Health Organization. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases. [Internet]. 2015 [Accessed 21st Apr 2022]. Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf?sequence=1.
9. World Health Organization. Global health observatory data repository-road traffic deaths data by country [Internet]. 2020 [Accessed 24th May 2022]. Available from: https://www.who.int/gho/road_safety/mortality/traffic_deaths_number/en/.
10. Lee H, Yoon Y. Etiological agents implicated in foodborne illness worldwide. *Food Sci Anim Resour*. 2021;41(1):1–7.
11. Sharif MK, Javed K, Nasir A. Foodborne illness: threats and control. *Foodborne Diseases*. Academic Press. 2018;501–523.
12. Tefera T, Mebrie G. Prevalence and predictors of intestinal parasites among food handlers in Yebu town, southwest Ethiopia. *PLoS ONE*. 2014; 9(10):e110621.
13. Macedo AT, Santos JCB, Coelho RR, Firmo WDCA, Nunes MAS. Intoxicações por *Clostridium botulinum*, *Vibrio cholerae* E *Salmonella typhi* no Brasil entre os anos de 2001 E 2014. *Rev Ceuma Perspect*. 2017;30(2):180.
14. Feltes MMC, Ariseto-Bragotto AP, Block JM. Food quality, food-borne diseases, and food safety in the Brazilian food industry. *Food Qual Saf*. 2017;1(1):13–27.
15. Switaj TL, Winter KJ, Christensen SR. Diagnosis and management of foodborne illness. *Am Fam Physician*. 2015;92(5):358–65.
16. Centers for Disease Control and Prevention. Foodborne illnesses and germs [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention; 2020 [Accessed 18th Feb 2021]. Available from: <https://www.cdc.gov/foodsafety/foodborne-germs.html#:~:text=Causes%20of%20Food%20Poisoning&text=Researchers%20have%20identified%20more%20than>
17. Food Safety and Inspection Service. Foodborne Illness and Disease [Internet]. 2012 [Accessed 18th Feb 2021]. Available from: <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/foodborne-illness-and-disease>
18. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2010.
19. Carding S, Verbeke K, Vipond DT, Corfe BM, Owen LJ. Dysbiosis of the gut microbiota in disease. *Microb Ecol Health Dis*. 2015;26(0).
20. Gart EV, Suchodolski JS, Welsh TH, Alaniz RC, Randel RD, Lawhon SD. *Salmonella Typhimurium* and multidirectional communication in the gut. *Front Microbiol*. 2016;7.
21. Jin J, Beekmann K, Ringø E, Rietjens IMCM, Xing F. Interaction between food-borne mycotoxins and gut microbiota: a review. *Food Control*. 2021;126:107998.
22. Conrado BÁ, Souza SA, Mallet ACT, Souza EB, Neves AS, Saron MLG. Disbiose intestinal em idosos e aplicabilidade dos probióticos e prebióticos. *Cadernos UniFOA*. 2018;13(36):71–8.
23. Shen TCD. Diet and gut microbiota in health and disease. *Intestinal microbiome: functional aspects in health and disease* [Internet]. 2017 [Accessed 18th Feb 2021];88:117–26. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/455220>
24. Rinninella C, Raoul L, Scalfaferrri P, et al. Food components and dietary habits: keys for a healthy gut microbiota composition. *Nutrients*. 2019;11(10):2393.

25. Levy M, Kolodziejczyk AA, Thaiss CA, Elinav E. Dysbiosis and the immune system. *Nat Rev Immunol*. 2017;17(4):219–32.
26. Almeida LB, Marinho CB, Souza CDS, Cheib VBP. Disbiose intestinal. *Rev Bras Nutr Clín*. 2009;24(1):58-65.
27. Teixeira RCMA, Molina MCB, Flor DS, Zandonade E, Mill JG. Estado nutricional e estilo de vida em vegetarianos e onívoros - Grande Vitória - ES. *Rev Bras Epidemiol*. 2006;9(1):131–43.
28. Magalhães MP, Oliveira JC. Veganismo: aspectos históricos. *Rev Scientiarum Hist*. 2019;2:8.
29. Miranda DEGA, Gomes AR, Morais JA, Tonetti TC, Vassimon, HS. Nutritional quality of diets and nutritional status of vegetarians. *Demetra (Rio J)*. 2013; 8(2):163-173.
30. Rosenfeld DL. A comparison of dietarian identity profiles between vegetarians and vegans. *Food Qual Prefer*. 2019;72:40–4.
31. Sakkas H, Bozidis P, Touzios C, Kolios D, Athanasiou G, Athanasopoulou E, et al. Nutritional status and the influence of the vegan diet on the gut microbiota and human health. *Medicina*. 2020;56(2).
32. Sheflin AM, Melby CL, Carbonero F, Weir TL. Linking dietary patterns with gut microbial composition and function. *Gut Microbes*. 2016;8(2):113–29.
33. Hargreaves SM, Raposo A, Saraiva A, Zandonadi RP. Vegetarian diet: an overview through the perspective of quality of life domains. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(8):4067.
34. Sun W. Vegetarian diet: why is it beneficial? IOP conference series: earth and environmental science. IOP Publishing. 2021;714(2):022004.
35. Moraes ACF, Silva IT, Almeida-Pititto B, Ferreira SRG. Microbiota intestinal e risco cardiometabólico: mecanismos e modulação dietética. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2014;58(4):317–27.
36. Elmassry MM, Zayed A, Farag MA. Gut homeostasis and microbiota under attack: impact of the different types of food contaminants on gut health. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2020;1–26.
37. Matijašić BB, Obermajer T, Lipoglavšek L, Grabnar I, Avguštin G, Rogelj I. Association of dietary type with fecal microbiota in vegetarians and omnivores in Slovenia. *Eur J Nutr*. 2013;53(4):1051–64.
38. Nicholson JK, Holmes E, Kinross J, Burcelin R, Gibson G, Jia W, et al. Host-gut microbiota metabolic interactions. *Science*. 2012;336(6086):1262–7.
39. Ni Y, Li J, Panagiotou G. A molecular-level landscape of diet-gut microbiome interactions: toward dietary interventions targeting bacterial genes. *mBio*. 2015;6(6).
40. Wilson AS, Koller KR, Ramaboli MC, Nesengani LT, Ocvirk S, Chen C, et al. Diet and the human gut microbiome: an international review. *Dig Dis Sci*. 2020;65(3):723–40.
41. Allès B, Baudry J, Méjean C, Touvier M, Péneau S, Hercberg S, et al. Comparison of sociodemographic and nutritional characteristics between self-reported vegetarians, vegans, and meat-eaters from the NutriNet-Santé study. *Nutrients*. 2017;9(9):1023.
42. Simões RC. O regime alimentar vegan e a saúde: impacto na microbiota intestinal humana e proteção contra a doença [monografia]. Coimbra: Universidade de Coimbra; 2020.
43. Losasso C, Eckert EM, Mastroianni E, Villiger J, Mancin M, Patuzzi I, et al. Assessing the influence of vegan, vegetarian and omnivore oriented westernized dietary styles on human gut microbiota: a cross-sectional study. *Front Microbiol*. 2018;9.

44. Kohnert E, Kreutz C, Binder N, Hannibal L, Gorkiewicz G, Müller A, et al. Changes in gut microbiota after a four-week intervention with vegan vs. meat-rich diets in healthy participants: a randomized controlled trial. *Microorganisms*. 2021;9(4):727.
45. Leite L, Gullón B, Rocha J, Kückelhaus S. Papel da microbiota na manutenção da fisiologia gastrointestinal: uma revisão da literatura. *Bol Inf Geum*. 2014;5(2):54.
46. Gomes APP. A microbiota intestinal e os desenvolvimentos recentes sobre o seu impacto na saúde e na doença [dissertação]. Lisboa: Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa; 2017.
47. Reiss A, Jacobi M, Rusch K, Schwiertz A. Association of dietary type with fecal microbiota and short chain fatty acids in vegans and omnivores. *J Int Soc Microbiota*. 2016;1(1).
48. Wu GD, Chen J, Hoffmann C, Bittinger K, Chen YY, Keilbaugh SA, et al. Linking long-term dietary patterns with gut microbial enterotypes. *Science*. 2011;334(6052):105–8.
49. Oliveira BS. Avaliação da microbiota intestinal, perfil glicídico e lipídico de veganos, ovolactovegetarianos e onívoros [dissertation]. Rio de Janeiro: Instituto do Coração Edson Saad da Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2019.
50. Biranjia-Hurdoyal S, Latouche MC. Factors affecting microbial load and profile of potential pathogens and food spoilage bacteria from household kitchen tables. *Can J Infect Dis Med Microbiol*. 2016;2016:1–6.
51. Motta SPO, Flint S, Perry P, Noble A. Consumer contribution to food contamination in Brazil: modelling the food safety risk in the home. *Braz J Food Technol*. 2014;17(2):154–65.
52. Staib L, Fuchs TM. From food to cell: nutrient exploitation strategies of enteropathogens. *Microbiology*. 2014;160(6):1020–39.
53. Li X, Tan CP, Liu YF, Xu YJ. Interactions between food hazards and intestinal barrier: impact on foodborne diseases. *J Agric Food Chem*. 2020;68(50):14728–38.
54. Josephs-Spaulding J, Beeler E, Singh OV. Human microbiome versus food-borne pathogens: friend or foe. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2016;100(11):4845–63.
55. Food Safety and Inspection Service, USDA. Summary of Recall Cases in Calendar Year 2014 [Internet]. 2015 [Accessed 18th Feb 2021]. Available from: <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/recalls-public-health-alerts/annual-recall-summaries/summary-recall-cases-calendar-4>
56. Food Safety and Inspection Service, USDA. Summary of Recall Cases in Calendar Year 2019 [Internet]. 2020 [Accessed 18th Feb 2021]. Available from: <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/recalls-public-health-alerts/annual-recall-summaries/summary-recall-cases-calendar-0>
57. Raheem D. Outbreaks of listeriosis associated with deli meats and cheese: an overview. *AIMS Microbiology*. 2016;2(3):230–50.
58. Nastasijevic I, Milanov D, Velebit B, Djordjevic V, Swift C, Painset A, et al. Tracking of *Listeria monocytogenes* in meat establishment using whole-genome sequencing as a food safety management tool: a proof of concept. *Int J Food Microbiol*. 2017;257:157–64.
59. Buchanan RL, Gorris LGM, Hayman MM, Jackson TC, Whiting RC. A review of *Listeria monocytogenes*: an update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*. 2017;75:1–13.
60. Todd E. Food-borne disease prevention and risk assessment. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(14):5129.

61. Zwirzitz B, Wetzels SU, Dixon ED, Fleischmann S, Selberherr E, Thalgueter S, et al. Co-occurrence of *Listeria* spp. and spoilage associated microbiota during meat processing due to cross-contamination events. *Front Microbiol.* 2021;12.
62. Epps SVR, Harvey RB, Hume ME, Phillips TD, Anderson RC, Nisbet DJ. Foodborne *Campylobacter*: infections, metabolism, pathogenesis and reservoirs. *Int J Environ Res Public Health.* 2013;10(12):6292–304.
63. Heredia N, García S. Animals as sources of food-borne pathogens: a review. *Animal Nutrition.* 2018;4(3):250–5.
64. Chlebic A, Śliżewska K. *Campylobacteriosis*, *Salmonellosis*, *Yersiniosis*, and *Listeriosis* as zoonotic foodborne diseases: a review. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(5).
65. Hanning IB, O'Bryan CA, Crandall PG, Ricke SC. Food safety and food security. *Nat Ed Knowledge.* 2012;3(10):9.
66. Painter JA, Hoekstra RM, Ayers T, Tauxe RV, Braden CR, Angulo FJ, et al. Attribution of foodborne illnesses, hospitalizations, and deaths to food commodities by using outbreak data, United States, 1998–2008. *Emerg Infect Dis.* 2013;19(3):407–15.
67. Australian Institute of Food Safety. Can Vegans Get Food Poisoning? [Internet]. 2021 [Accessed 18th Feb 2021]. Available from: <https://www.foodsafety.com.au/blog/can-vegans-get-food-poisoning#:~:text=Yes%2C%20vegans%20can%20get%20food,occurring%20toxins%2C%20viruses%20and%20parasites>
68. Food Research Center. Conheça os alimentos com maior risco de contaminação por patógenos [Internet]. 2021 [Accessed 18th Feb 2021]. Available from: <https://alimentossemmitos.com.br/conheca-os-alimentos-com-maior-risco-de-contaminacao-por-patogenos>
69. Juciene JBS, Felipe SM, Jamille SA, Ana LMA, Isabella de MM da S. Microbiological and parasitological contamination of vegetables, water and soil in rural communities. *Afr J Microbiol Res.* 2020;14(1):8–15.
70. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (*Salmonella* and *Norovirus* in leafy greens eaten raw as salads). *EFSA Journal.* 2014;12(3):3600.
71. Canadian Institute of Food Safety. Can Vegans Get Food Poisoning? [Internet]. 2019 [Accessed 18th Feb 2021]. Available from: <https://www.foodsafety.ca/blog/can-vegans-get-food-poisoning>
72. Rosberg AK, Darlison J, Mogren L, Alsanius BW. Commercial wash of leafy vegetables do not significantly decrease bacterial load but leads to shifts in bacterial species composition. *Food Microbiol.* 2021;94:103667.
73. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Key facts [Internet]. 2020 [Accessed 18th Feb 2021]. Available from: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/food-safety>
74. Feltes MMC, Ariseto-Bragotto AP, Block JM. Food quality, food-borne diseases, and food safety in the Brazilian food industry. *Food Qual Saf.* 2017;1(1):13–27.
75. Todd E. Food-borne disease prevention and risk assessment. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(14): 5129.
76. Kothe CI. Avaliação da multiplicação de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* em frutas e vegetais expostos a diferentes temperaturas e modelagem preditiva nos alimentos de maior risco [dissertation]. Porto Alegre: Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2017.

77. Kirk MD, Pires SM, Black RE, Caipo M, Crump JA, Devleesschauwer B, et al. World Health Organization estimates of the global and regional disease burden of 22 foodborne bacterial, protozoal, and viral diseases, 2010: a data synthesis. *PloS Med.* 2015;12(12):e1001921.
78. World Health Organization. Attributing illness caused by Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) to specific foods: report. Rome; 2019. (Microbiological Risk Assessment Series No. 32).
79. Adley CC, Ryan MP. The nature and extent of foodborne disease. *Antimicrobial food packaging.* Academic Press. 2016;1–10.
80. Riley LW. Extraintestinal foodborne pathogens. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2020;11:275–294.
81. Bintsis T. Foodborne pathogens. *AIMS Microbiol.* 2017;3(3):529-563.
82. Food and Drug Administration. *Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins.* 2. ed. Silver Spring; 2005.
83. Robilotti E, Deresinski S, Pinsky BA. Norovirus. *Clin Microbiol Rev.* 2015;28(1):134-164.
84. Gómez-Rial J, Rivero-Calle I, Salas A, Martínón-Torres F. Rotavirus and autoimmunity. *J Infect.* 2020 Aug;81(2):183-189.
85. Lampel KA, Formal SB, Maurelli AT. A Brief History of *Shigella*. *EcoSal Plus.* 2018 Jan;8(1).



**PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO EM
ALIMENTOS**

Capítulo 16

ENRIQUECIMENTO DE PRODUTOS LÁCTEOS COM COMPOSTOS BIOATIVOS: INTERESSES, DESAFIOS E ESTRATÉGIAS

Eliara Acipreste Hudson ; Ana Clarissa dos Santos Pires 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: ana.pires@ufv.br*

Resumo: A crescente conscientização dos consumidores nos últimos anos a respeito de alimentação saudável tem alavancado a busca por alimentos funcionais. Os constituintes dos alimentos funcionais que proporcionam efeitos benéficos adicionais à saúde, além da nutrição, são denominados “compostos bioativos”. Como a quantidade de compostos bioativos naturalmente presente nos alimentos é relativamente baixa, o enriquecimento de alimentos é uma estratégia interessante para que os benefícios da ingestão de bioativos sejam alcançados. Por serem alimentos amplamente consumidos e saudáveis, o leite e seus derivados apresentam grande potencial para serem veículos de compostos bioativos. Os compostos bioativos de maior interesse para incorporação em lácteos incluem os compostos fenólicos, carotenoides, vitaminas e minerais, óleos essenciais e ácidos graxos essenciais. No entanto, na maioria das vezes, a incorporação direta desses compostos em alimentos não é eficaz, devido a desafios como a susceptibilidade à degradação por condições ambientais e de processamento, bem como pelo sabor pronunciado e indesejável apresentado por alguns destes compostos. Dessa forma, a adoção de estratégias tecnológicas para incorporação e veiculação de compostos bioativos em leite e derivados se faz necessária. Uma das principais estratégias utilizadas para isso é o encapsulamento das moléculas bioativas, que pode ser realizado por diferentes métodos, incluindo “spray drying”, coacervação e lipossomas. Nesta revisão, serão abordados os compostos bioativos de maior interesse para enriquecimento de produtos lácteos, os desafios em torno desta abordagem e as estratégias tecnológicas que viabilizam a incorporação dos compostos bioativos nestes produtos.

Palavras-chave: alimentos funcionais; nanocarreadores; encapsulamento

INTRODUÇÃO

Ultimamente, a maior conscientização dos consumidores sobre alimentação saudável tem aumentado a demanda por alimentos funcionais. Um fator impulsionador recente foi a pandemia de COVID-19, devido ao fato de alimentos funcionais poderem modular o sistema imunológico (1). Na última década, os alimentos funcionais alcançaram os mercados globais e, no Brasil, atingiram rapidamente uma participação de mercado superior à dos alimentos orgânicos (2). Por várias razões, os alimentos funcionais têm sido considerados os alimentos do futuro. Segundo o relatório da *Markets and Markets* de 2021, o mercado global de alimentos funcionais está projetado para atingir US\$ 137,1 bilhões até 2026 (3).

Apesar de não haver um conceito único, a primeira definição de alimentos funcionais foi dada em 1980 pelo Ministério da Saúde e Bem-estar do Japão ao estabelecer um sistema regulatório para alimentos que possuíam possíveis efeitos benéficos à saúde, além dos efeitos nutricionais, visando à promoção da saúde e bem-estar e/ou prevenção de doenças crônicas (4,5). Uma definição bem aceita é a de que alimentos funcionais são alimentos naturais, modificados ou processados que contêm compostos biologicamente ativos com o objetivo de melhorar a saúde e o bem-estar (6).

Os constituintes dos alimentos funcionais que proporcionam efeitos benéficos adicionais à saúde são denominados “compostos bioativos” (5). Esses compostos apresentam a capacidade de interagir com componentes de tecidos vivos e, se consumidos em quantidades adequadas, podem causar efeitos desejáveis diversos (7). A quantidade de compostos bioativos naturalmente presente nos alimentos é relativamente baixa e, para que se alcance os benefícios de sua ingestão, estes devem ser consumidos em quantidades suficientes e fazer parte de uma dieta balanceada e de longo prazo e de um estilo de vida saudável (8). Portanto, o enriquecimento de alimentos de grande consumo com compostos bioativos é uma estratégia interessante e cada vez mais considerada para fornecimento dos benefícios desses compostos por meio da dieta (5).

O leite é um alimento nutricionalmente rico e balanceado e, juntamente com seus derivados, estão entre os alimentos mais consumidos em várias refeições diárias em diferentes países, podendo ser uma opção estratégica para a veiculação de compostos bioativos (9). No entanto, o desenvolvimento de produtos lácteos potencialmente funcionais não é tão simples e pode representar um grande desafio para a indústria (10). Um dos grandes desafios é a possível alteração sensorial negativa (sabor, aroma, aparência, etc.) devido à adição de compostos bioativos em concentrações efetivas (11). Além disso, propriedades dos compostos bioativos, como alta instabilidade a luz, altas temperaturas e outros fatores do processamento, são grandes obstáculos. Dessa forma, a adoção de alternativas tecnológicas para incorporação e veiculação de compostos bioativos em leite e derivados se faz necessária.

Há bons artigos na literatura científica que trazem informações a respeito dessa temática. No entanto, a grande maioria desses artigos são escritos na língua inglesa, o que, muitas vezes, limita o acesso às informações por parte do público. Nesta revisão, serão abordados os compostos bioativos de maior interesse para enriquecimento de produtos lácteos, os desafios em torno desta abordagem e as estratégias tecnológicas que viabilizam a incorporação dos compostos bioativos nestes produtos, visando levar essas informações de forma acessível para todos os leitores, desde consumidores até desenvolvedores de novos produtos de indústrias de lácteos.

COMPOSTOS BIOATIVOS DE INTERESSE PARA ENRIQUECIMENTO DE PRODUTOS LÁCTEOS

Compostos fenólicos

Compostos fenólicos, também conhecidos como polifenóis, são produtos do metabolismo secundário das plantas, cujas estruturas moleculares apresentam um anel benzênico ligado a um grupo hidroxila ativo (12,13). Esses compostos podem ser classificados em diferentes classes de acordo com suas estruturas químicas, sendo os principais os ácidos fenólicos, os flavonoides, os taninos e os estilbenos (14). As estruturas básicas dessas classes de compostos são mostradas na Figura 1.

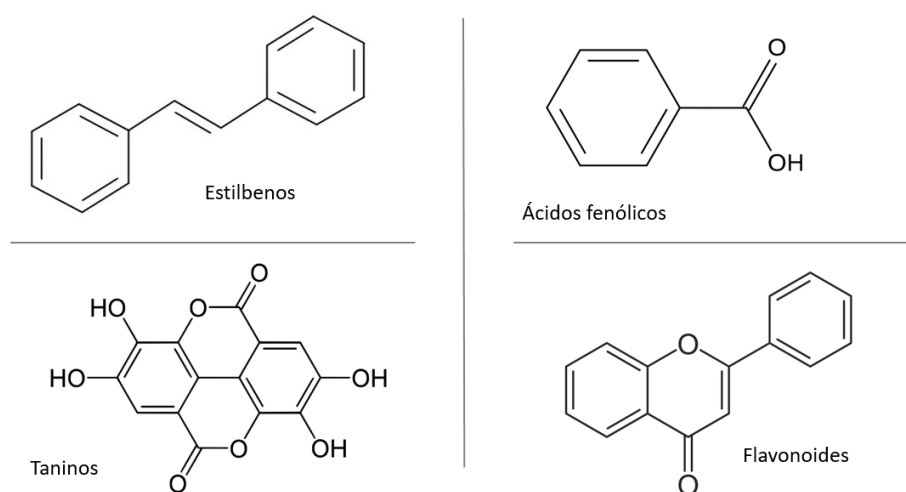


Figura 1 – Estruturas químicas básicas das classes de compostos fenólicos estilbenos, ácidos fenólicos, taninos e flavonoides

As principais atividades apresentadas pelos compostos fenólicos são suas atividades antioxidante e antimicrobiana e, por esse motivo, tem havido um grande interesse de pesquisadores em usá-los como conservantes naturais em substituição aos conservantes sintéticos, aumentando a vida útil e acrescentando funcionalidade a produtos lácteos (15,16). Atividade antioxidante é aquela originada da capacidade de inibir ou retardar o dano oxidativo de ácidos nucleicos, lipídios e proteínas, que está associado a algumas doenças crônicas (7). Além das atividades biológicas citadas, o consumo de alimentos ricos em compostos fenólicos tem sido atribuído à prevenção de diversas doenças crônicas por meio de mecanismos como modulação da atividade enzimática, sinalização celular e expressão gênica (17).

Apesar do potencial dos compostos fenólicos para adicionar funcionalidade a produtos lácteos, há um grande desafio a ser considerado: a interação entre esses compostos e proteínas lácteas. A interação com grupos carboxílicos das proteínas via ligação de hidrogênio pode reduzir a biodisponibilidade e a atividade antioxidante dos compostos fenólicos. Por exemplo, a epigallocatequina galato (EGCG), uma catequina presente nos chás verde e preto, interage fortemente com as α - e β -caseínas, o que reduz sua atividade antioxidante (18,19). Foi mostrado que EGCG também interage com

proteínas do soro do leite, especialmente com a β -lactoglobulina (20,21). No entanto, a interação entre compostos fenólicos e proteínas muitas vezes é desejável, se a proteína atua como um nanocarreador. Por exemplo, outra limitação que abrange a incorporação de grande parte de compostos bioativos em matrizes alimentícias é a instabilidade desses compostos frente a condições ambientais (luz, oxigênio e temperatura), condições de processamento e condições do trato digestivo, que pode levar à redução ou à perda de sua funcionalidade (22) e, nesses casos, a interação com proteínas pode ser de interesse. Assim, o estudo e a aplicação de estratégias tecnológicas que viabilizem a incorporação de compostos bioativos em produtos lácteos de forma efetiva é de grande interesse.

Carotenoides

Os carotenoides são uma classe de pigmentos naturais lipossolúveis abundantes em estruturas de plantas, micro-organismos e algas (23). Esses compostos são divididos em dois grupos: xantofilas e carotenos. Os carotenos não apresentam oxigênio em suas estruturas e são pigmentos alaranjados, como α - e β -caroteno e licopeno. Em contrapartida, as xantofilas contêm oxigênio e são pigmentos amarelos (24) (Figura 2).

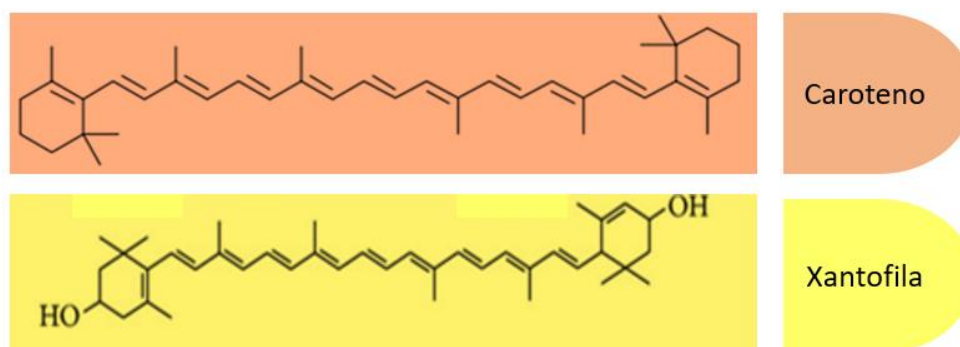


Figura 2 – Estruturas químicas de um caroteno (β -caroteno) e de uma xantofila (luteína)

O consumo de carotenoides, que são precursores da vitamina A (especialmente o β -caroteno) no organismo, pode ter um efeito positivo nas funções do coração e da visão e diminuir o risco de diferentes tipos de câncer (25). Esses compostos apresentam ainda propriedades antioxidantes devido a suas estruturas químicas e interação com membranas biológicas (23).

Segundo estudos de projeções realizados pela *Markets and Markets* em 2021, com a crescente conscientização sobre os benefícios para a saúde dos carotenoides, como β -caroteno, luteína e zeaxantina, espera-se que a demanda por carotenoides aumente nos próximos anos (3). Ainda, o interesse em usar os carotenoides como pigmentos naturais em alimentos é crescente, incluindo produtos lácteos, como iogurtes e sorvetes. Entretanto, a incorporação de carotenoides em produtos lácteos e obtenção de seus benefícios estão condicionados à superação de desafios como sua baixa biodisponibilidade e sensibilidade a fatores ambientais e de processamento (26).

Vitaminas e minerais

O consumo de quantidades inadequadas de vitaminas pode causar distúrbios como deficiência imunológica, fraqueza muscular e até depressão (27) e, portanto, a fortificação e enriquecimento de alimentos com vitaminas é uma prática comum e relevante. Recentemente, a fortificação de leite e produtos lácteos com vitaminas como as D₃, C, E e B₁₂ tem sido de grande interesse (28–30). A adoção de tecnologias para incorporação de vitaminas em produtos lácteos, como a encapsulação, permite mascarar seu sabor, facilitar a adição de vitaminas lipossolúveis a matrizes aquosas e controlar sua liberação no organismo (31).

A fortificação com ferro e cálcio de produtos lácteos tem atraído a atenção de pesquisadores devido ao seu alto valor nutricional e consumo por todas as faixas etárias. O cálcio é essencial para a saúde óssea, e sua deficiência pode resultar em osteoporose. O ferro é um dos minerais mais vitais para o corpo e sua deficiência causa anemia (32). Dessa forma, a fortificação de alimentos lácteos com ferro e cálcio é importante, mas extremamente dependente da escolha de um método seguro que não altere as propriedades sensoriais desses produtos, melhore sua biodisponibilidade e evite interações adversas com outros constituintes do alimento (31).

Óleos essenciais

Óleos essenciais são substâncias voláteis produzidas como metabólitos secundários em plantas que apresentam propriedades promissoras de promoção da saúde, como atividade antioxidante, anticancerígena e antimicrobiana (33). Exemplos desses óleos incluem os óleos essenciais de canela, alho e frutas cítricas. As propriedades apresentadas por esses compostos têm incentivado estudos para aplicação em produtos lácteos como queijo e iogurte (34,35), mas para que isso aconteça, a estratégia de incorporação precisa superar a instabilidade e a sensibilidade desses compostos a fatores ambientais, que podem diminuir suas propriedades bioativas, bem como mascarar seus aromas característicos, quando muito pronunciados (36).

Ácidos graxos essenciais

Os ácidos graxos essenciais (AGE) pertencem ao grupo dos ácidos graxos insaturados de cadeia longa. Apesar de o corpo humano poder produzir pequenas quantidades AGE a partir da ingestão de gorduras na dieta, essa quantidade não é suficiente e, portanto, eles devem ser fornecidos pelos alimentos (37). O óleo de peixe é um exemplo de fonte do AGE ômega-3. Os benefícios dos AGE para a saúde incluem a prevenção de doenças cardíacas, diabetes II e pressão alta (38). Para pessoas que recebem menos do que a dose diária necessária de AGE, ingerir alimentos enriquecidos com este óleo pode ser uma opção adequada para fornecer estes compostos. Os produtos lácteos, devido à sua popularidade e consumo, são bons candidatos ao enriquecimento com AGE. Porém, o odor e sabor desagradáveis de AGE como óleo de peixe e de linhaça, bem como sua baixa biodisponibilidade e susceptibilidade à oxidação, são algumas limitações encontradas para incorporá-los diretamente a produtos lácteos (39).

ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS QUE VIABILIZAM A APLICAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM PRODUTOS LÁCTEOS

Como pôde ser observado, é grande o interesse e muitas as vantagens do enriquecimento de leite e produtos lácteos com compostos bioativos, mas há limitações envolvidas na incorporação direta de compostos bioativos nesses produtos, como o fato de muitos desses compostos serem instáveis ou exibirem sabor residual. Portanto, o grande desafio para a produção de produtos lácteos funcionais com compostos bioativos é a obtenção de produtos estáveis que mantenham suas propriedades funcionais durante o processamento, estocagem e consumo.

Uma das principais estratégias utilizadas para isso é o encapsulamento das moléculas bioativas. Este um processo cria uma barreira sobre o componente ativo, protegendo-o contra os efeitos de fatores ambientais e permitindo a solubilização do composto em meio aquoso (caso seja hidrofóbico). Além disso, reduz aromas e sabores desagradáveis, e promove a liberação controlada da molécula sob determinadas condições, aumentando sua biodisponibilidade (40,41). Uma representação esquemática das principais vantagens do encapsulamento para compostos bioativos e sua incorporação em alimentos é apresentada na Figura 3.

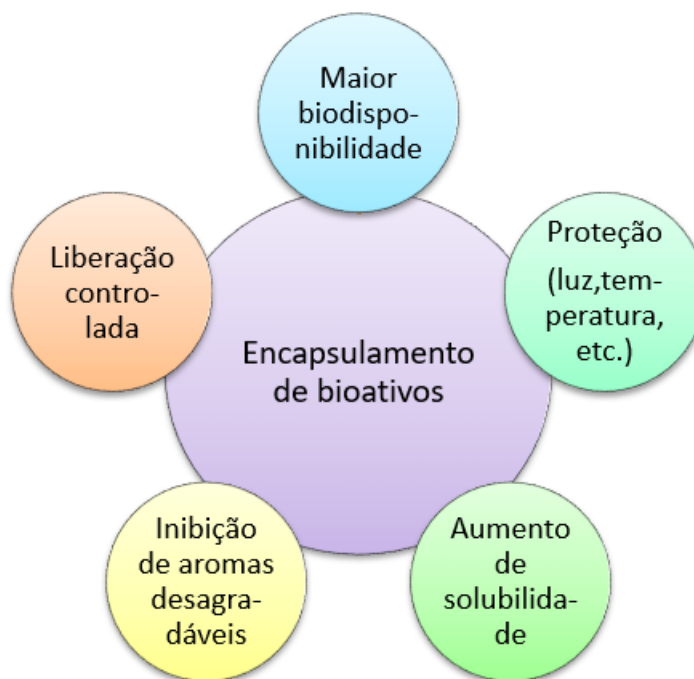


Figura 3 – Principais vantagens do encapsulamento de compostos bioativos

Existem vários métodos que podem ser utilizados para o encapsulamento de moléculas bioativas, sendo que a escolha é dependente do material a ser encapsulado e das características do produto desejado. A seleção do material da parede da cápsula também é muito importante, pois esse material influencia as propriedades da molécula encapsulada, a eficiência do encapsulamento, o tamanho, a forma e a estrutura das partículas da cápsula. Adicionalmente, o material de parede determina a estabilidade do composto bioativo durante a produção, armazenamento e consumo em relação ao ambiente externo e controla a liberação das moléculas encapsuladas. Os exemplos de

material de parede mais utilizados incluem proteínas, como proteínas lácteas e isolados de proteínas vegetais, e polissacarídeos/gomas, como goma arábica, maltodextrina, amido modificado e inulina, mas também são utilizados óleos e tensoativos (42). As principais técnicas de nano e microencapsulamento apropriadas para enriquecimento de produtos lácteos com compostos bioativos serão apresentados a seguir.

Encapsulamento por secagem por pulverização (“spray drying”)

A técnica “spray drying” é usada há muitos anos na indústria alimentícia para produzir pós, como leite em pó e concentrados proteicos. Mais recentemente, essa técnica tornou-se a mais utilizada para encapsulamento de compostos bioativos (43), consistindo em um processo de secagem contínuo e rápido, baseado em três etapas. A primeira delas é a preparação das dispersões individuais do material de parede e do núcleo (material a ser encapsulado, neste caso, o composto bioativo). A etapa seguinte corresponde à mistura do material de parede e do núcleo para produzir uma emulsão ou uma dispersão (geralmente usando-se homogeneização). A etapa final envolve a atomização da dispersão ou emulsão, em que as gotículas atomizadas entram em contato com ar quente, promovendo a formação de micropartículas esféricas com tamanhos que variam entre 10 μm e 3 mm. Essas micropartículas são coletadas em um ciclone, e o ar deixa o sistema com uma temperatura mais baixa e uma umidade mais alta (44). Um esquema do processo de encapsulamento de um composto bioativo é apresentado na Figura 4.

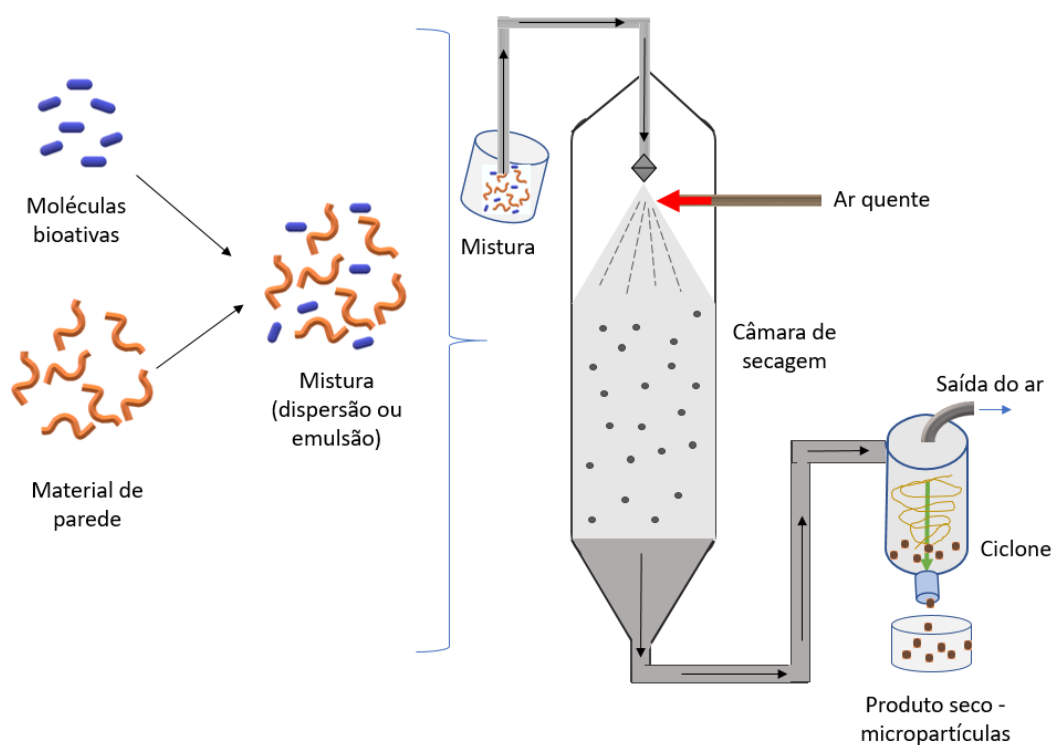


Figura 4 - Representação esquemática do processo de encapsulamento por “spray drying”

Curcumina é um composto bioativo extraído da *Curcuma longa* que possui diversas atividades biológicas, incluindo anti-inflamatória, antioxidante e antibacteriana. Entretanto, esse composto é muito pouco solúvel em meio aquoso em pH neutro e básico, apresentando baixa biodisponibilidade, além de possuir gosto amargo e pungência, limitando sua aplicação em matrizes alimentícias (45). O encapsulamento da curcumina pode ser interessante para a sua incorporação em produtos lácteos. Patel et al. (2022) estudaram o encapsulamento de curcumina por “spray drying” usando uma mistura em forma de emulsão de amido resistente e maltodextrina (polissacarídeos) e isolado proteico de soro, visando a fortificação de leite. Os resultados mostraram que a estrutura química da curcumina foi mantida após a microencapsulação, os estudos de liberação “in vitro” das microcápsulas revelaram liberação lenta e controlada de curcumina, melhora de sua estabilidade térmica e manutenção de suas propriedades antioxidantes. A qualidade sensorial do leite fortificado não foi afetada, e esse produto mostrou ser um bom veículo para fortificação com curcumina microencapsulada (46).

Em outro estudo, extrato de semente de uva, rico em compostos fenólicos, foi microencapsulado por “spray drying” e incorporado a um iogurte. O extrato encapsulado resultou em um produto comparável ao controle (iogurte sem adição do extrato) com base nas propriedades sensoriais, acidez, capacidade de retenção de água, viscosidade e cor, juntamente com um aumento de três vezes no conteúdo fenólico total e quatro vezes na atividade antioxidante. Por outro lado, iogurte adicionado de extrato de semente de uva não encapsulado apresentou propriedades sensoriais ruins e menor estabilidade dos polifenóis durante o armazenamento em comparação ao iogurte com o extrato encapsulado. Portanto, O extrato de semente de uva microencapsulado pode servir como aditivo funcional em iogurtes com aumento de seu potencial antioxidante (47).

Coacervação

A coacervação é uma técnica que permite produzir microcápsulas resistentes ao calor com base, principalmente, em interações eletrostáticas entre biopolímeros de cargas opostas (geralmente polissacarídeos-proteínas), bem como em interações entre polímeros carregados e moléculas a serem encapsuladas, o que leva a coacerações complexas e simples, respectivamente (48). O processo complexo de coacervação é reconhecido por produzir resultados de encapsulamento promissores, principalmente relacionados à alta densidade de carga (40). Fatores como características das macromoléculas (por exemplo, concentração, massa molar de biopolímeros, proporção de macromoléculas e flexibilidade) e condições como força iônica e pH afetam o desempenho da associação eletrostática entre os polímeros (49). A Figura 5 traz uma representação esquemática do processo de coacervação complexa para encapsulamento de um composto bioativo.

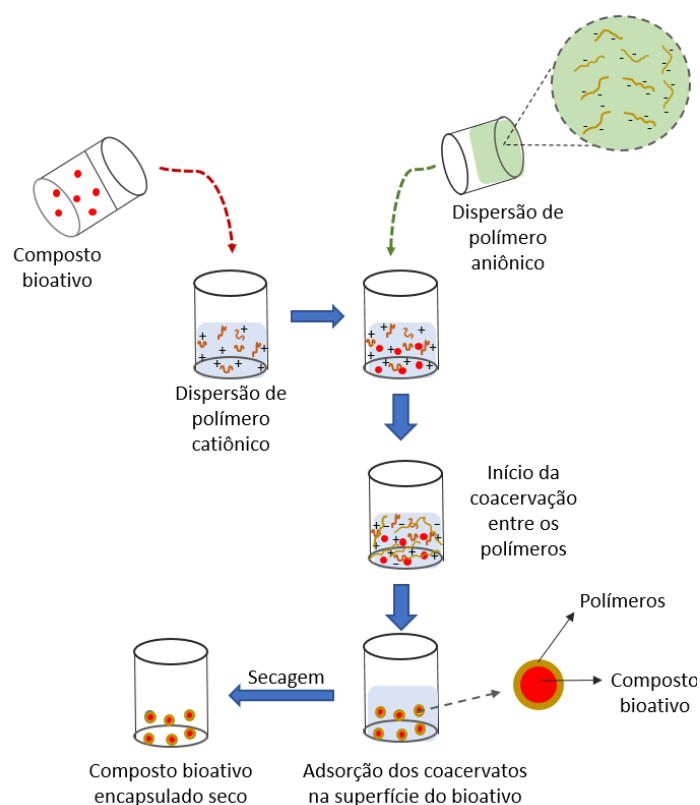


Figura 5 - Representação esquemática da obtenção de um composto bioativo encapsulado por coacervação complexa

Recentemente, Brito de Souza *et al.* (2020) encapsularam extrato de canela por coacervação complexa para aplicação em sorvete. Apesar de o extrato de canela ser rico em compostos polifenólicos, seu sabor forte, amargor, adstringência e a sensibilidade destes compostos à degradação limitam sua aplicação em alimentos. Os autores usaram gelatina e cinco polissacarídeos (goma arábica, pectina, goma de cajueiro, carboximetilcelulose e κ -carragenina), e mostraram que a encapsulação promoveu maior estabilidade dos compostos fenólicos totais. Além disso, os resultados da análise sensorial mostraram que a encapsulação utilizando gelatina/goma arábica e gelatina/ κ -carragenina foi capaz de mascarar o sabor e a adstringência do extrato. Portanto, os autores concluíram que microencapsulação por coacervação complexa é uma alternativa para aumentar a estabilidade do extrato de canela e reduzir as limitações para sua aplicação em alimentos (50).

Encapsulamento com lipossomas

Lipossomas são partículas esféricas formadas por duas ou múltiplas camadas compostas por fosfolípidios, moléculas que possuem uma região de maior hidrofobicidade, comumente chamada de “cauda apolar” e uma região de maior hidrofiliabilidade, normalmente conhecida como “cabeça polar” (Figura 4). A espessura da bicamada lipídica é geralmente de 3 a 6 nm, e o diâmetro dos lipossomas formados pode variar entre 50 nm e 50 μ m (51). O encapsulamento lipossomal tem sido amplamente

utilizado para a incorporação e a liberação de moléculas hidrossolúveis e lipossolúveis (52). A Figura 6 representa, de forma esquemática, um fosfolipídio e um lipossoma.

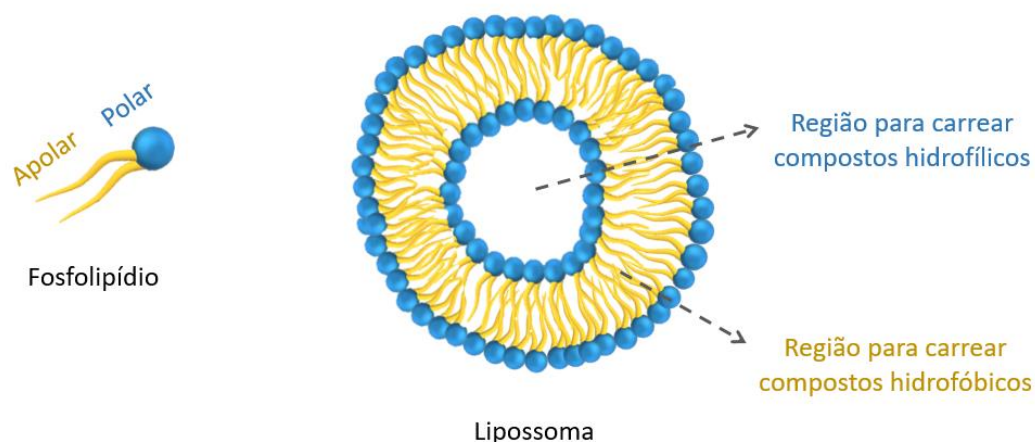


Figura 6 – Fosfolipídio e lipossoma representados esquematicamente em duas dimensões

O encapsulamento lipossomal apresenta alguns desafios, incluindo dificuldade de produção em grande escala e economicamente viável, baixa estabilidade nas condições encontradas durante o processamento e armazenamento de alimentos e uma baixa eficiência de encapsulação para ingredientes hidrofílicos (53). Apesar desses desafios, lipossomas têm sido considerados e estudados para incorporação de compostos bioativos em produtos lácteos. Por exemplo, Tavakoli et al. (2018) avaliaram as propriedades físico-químicas e antioxidantes de iogurte enriquecido com compostos fenólicos do extrato de folha de oliveira encapsulados em nanolipossomas usando fosfatidilcolina e colesterol como material da parede do lipossoma. Os resultados do estudo revelaram uma eficiência de encapsulamento de 70,7 a 88,2%, e que a aplicação de nanolipossomas no iogurte melhorou a atividade antioxidante dos compostos fenólicos. Diferentemente do iogurte com compostos não encapsulados, não foram observadas alterações significativas na cor e nos atributos sensoriais. Os autores concluíram, portanto, que os nanolipossomas são uma estratégia para aplicação do extrato de folhas de oliveira em produtos alimentícios, como iogurte (54).

CONCLUSÕES

A crescente busca por alimentos mais saudáveis é uma realidade global, e a indústria de alimentos encontra-se em meio a grandes oportunidades. Um nicho a ser explorado são os alimentos funcionais, incluindo aqueles adicionados de compostos bioativos, como polifenóis, vitaminas, carotenoides, etc. O leite e seus derivados apresentam-se com grande potencial para serem veículos destes compostos. Entretanto, sabe-se que a adição direta desses compostos em alimentos não é uma ação eficaz. Dessa forma, a indústria precisa adotar tecnologias para o enriquecimento de produtos lácteos. Esta revisão ressaltou que a principal estratégia adotada é o encapsulamento das moléculas bioativas, sendo que vários estudos mostram bons resultados do uso dessa técnica, por diferentes métodos, para a incorporação de bioativos em produtos lácteos. Todavia, apesar dos avanços já alcançados, ainda há muito a ser pesquisado e desenvolvido sobre o enriquecimento de produtos lácteos, como, por exemplo, a

descoberta de novos materiais encapsulantes de maior eficiência. Afinal, há uma grande promessa de expansão do mercado de alimentos funcionais e, portanto, grande interesse por parte da indústria de lácteos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio concedido pela CAPES, pelo CNPq e pela Fapemig.

REFERÊNCIAS

1. Farzana M, Shahriar S, Jeba FR, Tabassum T, Araf Y, Ullah MA, et al. Functional food: complementary to fight against COVID-19. Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2022 May 26];11(1):1–18. Available from: <https://link.springer.com/articles/10.1186/s43088-022-00217-z>
2. Martins AP de O, Bezerra M de F, Marques Júnior S, Brito AF, de Andrade Neto JC, Galvão Júnior JGB, et al. Consumer behavior of organic and functional foods in Brazil. Food Sci Technol [Internet]. 2019 Dec 20 [cited 2022 Jun 7];40(2):469–75. Available from: <http://www.scielo.br/j/cta/a/j7Tm7dDr46xxsS8CJzPffxJ/?format=html&lang=en>
3. Markets and Markets. Functional Food Ingredients Market [Internet]. 2021. p. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/f>.
4. Konstantinidi M, Koutelidakis AE. Functional Foods and Bioactive Compounds: A Review of Its Possible Role on Weight Management and Obesity’s Metabolic Consequences. Med (Basel, Switzerland) [Internet]. 2019 Sep 9 [cited 2022 May 20];6(3):94. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31505825/>
5. Banwo K, Olojede AO, Adesulu-Dahunsi AT, Verma DK, Thakur M, Tripathy S, et al. Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits: A review on recent trends. Food Biosci. 2021 Oct 1;43:101320.
6. Martirosyan D, Miller E. Bioactive Compounds: The Key to Functional Foods. Bioact Compd Heal Dis [Internet]. 2018 Jul 31 [cited 2022 May 26];1(3):36–9. Available from: <https://ffhdj.com/index.php/BioactiveCompounds/article/view/539/1310>
7. Shetty K, Sarkar D. Introduction: Metabolic-Driven Ecological Rationale to Advance Biotechnological Approaches for Functional Foods. In: Functional Foods and Biotechnology [Internet]. CRC Press; 2019 [cited 2022 May 26]. p. 1–4. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003003830-1/introduction-metabolic-driven-ecological-rationale-advance-biotechnological-approaches-functional-foods-kalidas-shetty-dipayan-sarkar>
8. Elmaliklis I-N, Liveri A, Ntelis B, Paraskeva K, Goulis I, Koutelidakis A. Increased Functional Foods’ Consumption and Mediterranean Diet Adherence May Have a Protective Effect in the Appearance of Gastrointestinal Diseases: A Case-Control Study. Med (Basel, Switzerland) [Internet]. 2019 Apr 9 [cited 2022 May 26];6(2):50. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30970582/>
9. Nikmaram P, Mousavi M, Emam-Djomeh Z, Kiani H, Razavi SH. Evaluation and Prediction of Metabolite Production, Antioxidant Activities, and Survival of Lactobacillus casei 431 in a Pomegranate Juice Supplemented Yogurt Drink Using

- Support Vector Regression. *Food Sci Biotechnol.* 2015;24(6):2105–12.
10. Granato D, Carochi M, Barros L, Zabetakis I, Mocan A, Tsoupras A, et al. Implementation of Sustainable Development Goals in the dairy sector: Perspectives on the use of agro-industrial side-streams to design functional foods. *Trends Food Sci Technol* [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2022 May 26];124:128–39. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224422001315>
 11. Rashidinejad A, Birch EJ, Everett DW. Interactions between milk fat globules and green tea catechins. *Food Chem.* 2016 May 15;199:347–55.
 12. Harnly JM, Bhagwat S, Lin L-Z. Profiling methods for the determination of phenolic compounds in foods and dietary supplements.
 13. Quideau S, Deffieux D, Douat-Casassus C, Pouysøgu L. Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis**. Available from: www.angewandte.org
 14. Natalello A, Hervás G, Toral PG, Luciano G, Valenti B, Mendoza AG, et al. Bioactive compounds from pomegranate by-products increase the in vitro ruminal accumulation of potentially health promoting fatty acids. *Anim Feed Sci Technol.* 2020 Jan 1;259:114355.
 15. Akgün D, Gültekin-Özgülven M, Yüçetepe A, Altın G, Gibis M, Weiss J, et al. Stirred-type yoghurt incorporated with sour cherry extract in chitosan-coated liposomes. *Food Hydrocoll.* 2020 Apr 1;101:105532.
 16. Bashiri S, Ghanbarzadeh B, Ayaseh A, Dehghannya J, Ehsani A. Preparation and characterization of chitosan-coated nanostructured lipid carriers (CH-NLC) containing cinnamon essential oil for enriching milk and anti-oxidant activity. *LWT.* 2020 Feb 1;119:108836.
 17. Milenkovic D, Deval C, Dubray C, Mazur A, Morand C. Hesperidin Displays Relevant Role in the Nutrigenomic Effect of Orange Juice on Blood Leukocytes in Human Volunteers: A Randomized Controlled Cross-Over Study. *PLoS One* [Internet]. 2011 Nov 16 [cited 2022 Jun 7];6(11):e26669. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0026669>
 18. Bandyopadhyay P, Ghosh AK, Ghosh C. Recent developments on polyphenol-protein interactions: Effects on tea and coffee taste, antioxidant properties and the digestive system. *Food Funct.* 2012 Jun;3(6):592–605.
 19. Ye J, Fan F, Xu X, Liang Y. Interactions of black and green tea polyphenols with whole milk. *Food Res Int.* 2013 Aug 1;53(1):449–55.
 20. Kanakis CD, Hasni I, Bourassa P, Tarantilis PA, Polissiou MG, Tajmir-Riahi H-A. Milk β -lactoglobulin complexes with tea polyphenols. *Food Chem.* 2011 Aug;127(3):1046–55.
 21. Wu X, Wu H, Liu M, Liu Z, Xu H, Lai F. Analysis of binding interaction between (-)-epigallocatechin (EGC) and β -lactoglobulin by multi-spectroscopic method. *Spectrochim Acta - Part A Mol Biomol Spectrosc.* 2011 Nov;82(1):164–8.
 22. Mohammadian M, Waly MI, Moghadam M, Emam-Djomeh Z, Salami M, Moosavi-Movahedi AA. Nanostructured food proteins as efficient systems for the encapsulation of bioactive compounds. *Food Sci Hum Wellness.* 2020 Sep 1;9(3):199–213.
 23. Gammone MA, Riccioni G, D’Orazio N. Carotenoids: Potential allies of cardiovascular health? *Food Nutr Res.* 2015 Feb 6;59.
 24. dos Santos PP, Andrade L de A, Flôres SH, Rios A de O. Nanoencapsulation of

- carotenoids: a focus on different delivery systems and evaluation parameters. *J Food Sci Technol*. 2018 Oct 1;55(10):3851–60.
25. Rostamabadi H, Falsafi SR, Jafari SM. Nanoencapsulation of carotenoids within lipid-based nanocarriers. *J Control Release*. 2019 Mar 28;298:38–67.
 26. Šeregelj V, Pezo L, Šovljanski O, Lević S, Nedović V, Markov S, et al. New concept of fortified yogurt formulation with encapsulated carrot waste extract. *LWT*. 2021 Mar 1;138.
 27. Mikkelsen K, Stojanovska L, Prakash M, Apostolopoulos V. The effects of vitamin B on the immune/cytokine network and their involvement in depression. *Maturitas*. 2017 Feb 1;96:58–71.
 28. Kiani A, Fathi M, Ghasemi SM. Production of novel vitamin D3 loaded lipid nanocapsules for milk fortification. <https://doi.org/10.1080/1094291220161240690> [Internet]. 2017 Nov 2 [cited 2022 Jun 25];20(11):2466–76. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10942912.2016.1240690>
 29. Troise AD, Vitiello D, Tsang C, Fiore A. Encapsulation of ascorbic acid promotes the reduction of Maillard reaction products in UHT milk. *Food Funct*. 2016 Jun 1;7(6):2591–602.
 30. Tan PY, Tan TB, Chang HW, Tey BT, Chan ES, Lai OM, et al. Effects of storage and yogurt matrix on the stability of tocotrienols encapsulated in chitosan-alginate microcapsules. *Food Chem*. 2018 Feb 15;241:79–85.
 31. Masoud Ghanbari, Majid Saeedi, Amir Mohammad Mortazavian. Nutraceuticals and Functional Foods production. *Clin Excell* [Internet]. 2016 [cited 2022 Jun 25];5:1–15. Available from: <http://ce.mazums.ac.ir/article-1-258-en.html>
 32. Gharibzahedi SMT, Jafari SM. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends Food Sci Technol*. 2017 Apr 1;62:119–32.
 33. Mukurumbira AR, Shellie RA, Keast R, Palombo EA, Jadhav SR. Encapsulation of essential oils and their application in antimicrobial active packaging. *Food Control*. 2022 Jun 1;136:108883.
 34. Nazari M, Ghanbarzadeh B, Samadi Kafil H, Zeinali M, Hamishehkar H. Garlic essential oil nanophytosomes as a natural food preservative: Its application in yogurt as food model. *Colloids Interface Sci Commun*. 2019 May 1;30.
 35. Fancello F, Petretto GL, Marceddu S, Venditti T, Pintore G, Zara G, et al. Antimicrobial activity of gaseous Citrus limon var pompia leaf essential oil against *Listeria monocytogenes* on ricotta salata cheese. *Food Microbiol*. 2020 May 1;87.
 36. Hadidi M, Pouramin S, Adinepour F, Haghani S, Jafari SM. Chitosan nanoparticles loaded with clove essential oil: Characterization, antioxidant and antibacterial activities. *Carbohydr Polym*. 2020 May 15;236.
 37. Tummala R, Ghosh RK, Jain V, Devanabanda AR, Bandyopadhyay D, Deedwania P, et al. Fish Oil and Cardiometabolic Diseases: Recent Updates and Controversies. *Am J Med*. 2019 Oct 1;132(10):1153–9.
 38. Ghorbanzade T, Jafari SM, Akhavan S, Hadavi R. Nano-encapsulation of fish oil in nano-liposomes and its application in fortification of yogurt. *Food Chem*. 2017 Feb 1;216:146–52.
 39. Yesiltas B, García-Moreno PJ, Sørensen ADM, Akoh CC, Jacobsen C. Physical and oxidative stability of high fat fish oil-in-water emulsions stabilized with

- sodium caseinate and phosphatidylcholine as emulsifiers. *Food Chem.* 2019 Mar 15;276:110–8.
40. Dias DR, Botrel DA, Fernandes RVDB, Borges SV. Encapsulation as a tool for bioprocessing of functional foods. *Curr Opin Food Sci.* 2017 Feb 1;13:31–7.
 41. Bazana MT, Codevilla CF, de Menezes CR. Nanoencapsulation of bioactive compounds: challenges and perspectives. *Curr Opin Food Sci.* 2019 Apr 1;26:47–56.
 42. Jyothi NVN, Prasanna PM, Sakarkar SN, Prabha KS, Ramaiah PS, Srawan GY. Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. *J Microencapsul.* 2010;27(3):187–97.
 43. Rezvankhah A, Emam-Djomeh Z, Askari G. Encapsulation and delivery of bioactive compounds using spray and freeze-drying techniques: A review. *Dry Technol.* 2020 Jan 2;38(1–2):235–58.
 44. Pongsamart K, Limwikrant W, Ruktanonchai UR, Charoenthai N, Puttipipatkachorn S. Preparation, characterization and antimalarial activity of dihydroartemisinin / β -cyclodextrin spray-dried powder. *J Drug Deliv Sci Technol.* 2022 Jul 1;73:103434.
 45. Liu W, Chen XD, Cheng Z, Selomulya C. On enhancing the solubility of curcumin by microencapsulation in whey protein isolate via spray drying. *J Food Eng.* 2016 Jan 1;169:189–95.
 46. Patel SS, Pushpadass HA, Franklin MEE, Battula SN, Vellingiri P. Microencapsulation of curcumin by spray drying: Characterization and fortification of milk. *J Food Sci Technol [Internet].* 2022 Apr 1 [cited 2022 Jul 3];59(4):1326–40. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-021-05142-0>
 47. Yadav K, Bajaj RK, Mandal S, Saha P, Mann B. Evaluation of total phenol content and antioxidant properties of encapsulated grape seed extract in yoghurt. *Int J Dairy Technol [Internet].* 2018 Feb 1 [cited 2022 Jul 3];71(1):96–104. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1471-0307.12464>
 48. Xiao Z, Li W, Zhu G. Effect of wall materials and core oil on the formation and properties of styralyl acetate microcapsules prepared by complex coacervation. *Colloid Polym Sci [Internet].* 2015 May 1 [cited 2022 Jul 3];293(5):1339–48. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00396-015-3515-x>
 49. Fioramonti SA, Perez AA, Aríngoli EE, Rubiolo AC, Santiago LG. Design and characterization of soluble biopolymer complexes produced by electrostatic self-assembly of a whey protein isolate and sodium alginate. *Food Hydrocoll.* 2014 Mar 1;35:129–36.
 50. Brito de Souza V, Thomazini M, Chaves IE, Ferro-Furtado R, Favaro-Trindade CS. Microencapsulation by complex coacervation as a tool to protect bioactive compounds and to reduce astringency and strong flavor of vegetable extracts. *Food Hydrocoll.* 2020 Jan 1;98:105244.
 51. Nsairat H, Khater D, Sayed U, Odeh F, Al Bawab A, Alshaer W. Liposomes: structure, composition, types, and clinical applications. *Heliyon.* 2022 May 1;8(5):e09394.
 52. Mattos MVC da V de, Michelin M, Burkert JF de M. Production and stability of food-grade liposomes containing microbial carotenoids from *Rhodotorula mucilaginosa*. *Food Struct [Internet].* 2022 Jul 1 [cited 2022 Jul 4];33:100282.

- Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213329122000314>
53. McClements DJ. Encapsulation, protection, and release of hydrophilic active components: Potential and limitations of colloidal delivery systems. *Adv Colloid Interface Sci.* 2015;219:27–53.
 54. Tavakoli H, Hosseini O, Jafari SM, Katouzian I. Evaluation of Physicochemical and Antioxidant Properties of Yogurt Enriched by Olive Leaf Phenolics within Nanoliposomes. *J Agric Food Chem.* 2018 Sep 5;66(35):9231–40.

Capítulo 17

ENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS OBTIDOS DE RESÍDUOS DE ALIMENTOS

Tatiane Jéssica Siebeneichler 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: tatijs1@hotmail.com*

Resumo: A produção e o consumo de alimentos vegetais inevitavelmente geram subprodutos e resíduos, como cascas, talos, bagaços, águas residuais, folhas e sementes. Nos últimos anos, estudos evidenciaram que existe um potencial inexplorado nesses resíduos, como fontes de compostos fenólicos. Os fenólicos são produzidos pelo metabolismo secundário de plantas e apresentam diversas atividades biológicas comprovadas, como propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, antivirais e preventivo em diversas doenças relacionadas ao estresse oxidativo. Entretanto, a eficácia desses compostos depende da preservação da estabilidade, bioatividade, bioacessibilidade e biodisponibilidade dos ingredientes ativos. A encapsulação tem sido testada em diversos estudos para melhorar essas características. Várias técnicas de encapsulação foram desenvolvidas e estudadas com diferentes materiais, entre as técnicas podemos destacar secagem por pulverização (*spray drying*), liofilização, emulsificação, eletrofiação e gelificação ionotrópica. Nesse contexto, esta revisão visa compilar dados sobre as técnicas utilizadas para proteger compostos fenólicos extraídos de resíduos e subprodutos agroindustriais visando aplicações em alimentos.

Palavras-chave: antioxidantes; polifenóis; tecnologia em alimentos

Abstract: The production and consumption of plant foods inevitably generate by-products and residues such as husks, stalks, pomace, wastewater, leaves and seeds. In recent years, studies have shown that there is an unexplored potential in these residues as sources of phenolic compounds. Phenolics are produced by the secondary metabolism of plants and have several proven biological activities, such as antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, antiviral and preventive properties in several diseases related to oxidative stress. However, the effectiveness of these compounds depends on preserving the stability, bioactivity and bioavailability of the active ingredients. Encapsulation has been tested in several studies to improve these characteristics. Several encapsulation techniques were developed and studied with different materials, among the techniques we can highlight spray drying, lyophilization, emulsification, electrospinning and ionotropic gelation. In this context, this review aims to compile data on the techniques used to protect phenolic compounds extracted from agro-industrial residues and by-products for food applications.

Keywords: antioxidants; polyphenols; food technology

INTRODUÇÃO

A proteção conferida pelo consumo de vegetais, como frutas e hortaliças, se deve, em parte, pela presença de compostos fenólicos. Esses compostos possuem comprovado ação na prevenção de diversas doenças, como doenças relacionadas ao estresse oxidativo em humanos, câncer, doença de Alzheimer, diabetes, doença vascular, além de reduzir as taxas de mutagênese em células humanas (1).

Apesar do reconhecido valor biológico desses compostos, de modo geral, o maior teor de compostos fenólicos estão presentes em partes vegetais que não são consumidas, como cascas, talos, folhas e sementes (2–10). Diariamente são desperdiçadas enormes cargas de material vegetal contendo esses compostos bioativos. Nos últimos anos diversos estudos desenvolveram métodos otimizados para extração de compostos fenólicos de resíduos agroindustriais, com caracterização da composição, os quais são fundamentais para o direcionar aplicações (11).

Embora a indústria alimentícia considere a inclusão de polifenóis em seus produtos, existem limitações para realizar essas aplicações. Uma delas é em relação à instabilidade desses compostos frente às condições de processamento e ambientais, como exposição à luz, calor, oxigênio e enzimas (12). Ademais o sistema gastrointestinal pode afetar a estabilidade e bioacessibilidade dos compostos fenólicos (9,12). Uma tecnologia emergente para proteção dos compostos é a micro e nanoencapsulação de compostos para aplicações em alimentos funcionais, para substituição de aditivos, em embalagens ou aplicações farmacêuticas (12). Nos últimos anos, diversos estudos testaram diferentes técnicas e materiais encapsulantes para produção de micro e nanocápsulas.

Com base no exposto, esta revisão visa compilar dados sobre as técnicas utilizadas para proteger compostos fenólicos extraídos de resíduos e subprodutos agroindustriais visando aplicações em alimentos.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento dessa revisão foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas plataformas de busca *Science Direct* e *Scopus*, utilizando as seguintes palavras: “encapsulation” “phenolic”. Foram selecionados apenas os artigos publicados entre 2018 e 2022. Os critérios de exclusão foram: com temática discordante e extratos sem identificação dos compostos fenólicos individuais.

COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos compõem um grupo quimicamente heterogêneo, consistem em ácidos fenólicos, cumarinas, flavonoides, estilbenos, taninos e lignanas(13). A estrutura química é caracterizada por conter um anel aromático contendo uma ou mais hidroxilas. De acordo com o número de unidades fenólicas, são classificados em fenóis simples ou em polifenóis (Figura 1) (14).

As plantas sintetizam compostos fenólicos como forma de defesa contra patógenos, herbívoros ou condições ambientais adversas, por exemplo radiação ultravioleta, déficit hídrico, temperaturas extremas (calor ou frio) e excesso de salinidade no solo, ou até mesmo danos físicos. Em alimentos e bebidas eles conferem sabor amargo devido à sua interação com a glicoproteína salivar. Também podem agregar cor às frutas e legumes. Nos últimos anos os fenólicos têm atraído a atenção de pesquisadores e profissionais da saúde, devido as potentes propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, antivirais e ao papel preventivo em diversas doenças relacionadas ao estresse oxidativo, câncer, problemas cardiovasculares e neurodegenerativos (1,11,15).

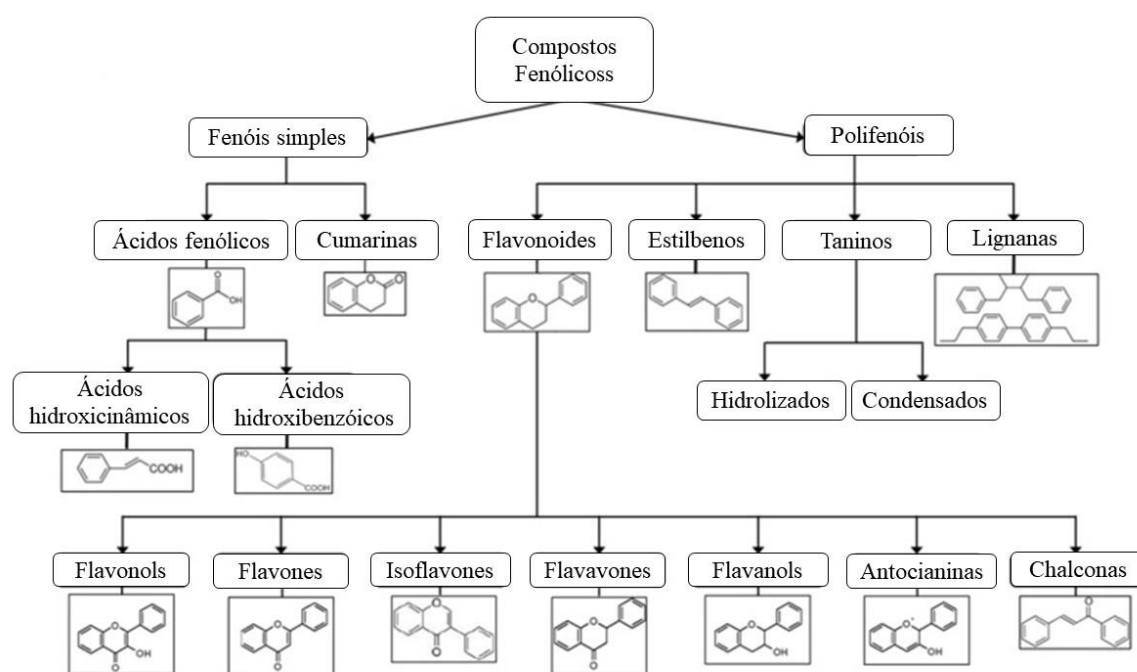


Figura 1 – Classes e estrutura dos compostos fenólicos
 Fonte: adaptado de Stromsnes et al. (2021)

Os compostos fenólicos são muito propensos à oxidação, e alguns são termolábeis, por isso, muitas vezes, não são vantajosos para substituição de aditivos sintéticos em alimentos. Mas novas técnicas, como encapsulamento, estão tornando esse cenário mais promissor.

FONTES DE COMPOSTOS FENÓLICOS

A principal forma de obtenção de compostos fenólicos na dieta é através do consumo de alimentos vegetais, como frutas, grãos de cereais, legumes e vegetais, e bebidas, como sucos, chás, vinhos e cafés. Mas a presença de compostos fenólicos não está apenas nas partes vegetais normalmente consumidas. Nos últimos anos, estudos evidenciaram que existe um potencial inexplorado em resíduos e subprodutos da cadeia produtiva de alimentos vegetais, como em cascas, sementes e bagaços de frutos e talos de legumes. A exemplo disso, na indústria vinícola, o bagaço é o principal resíduo,

representando 20 a 30% (p/p) do total de uvas utilizadas para elaboração de vinhos, esse bagaço contém 70% dos polifenóis da uva e, na maioria das vezes é destinado para adubação de solo e ração animal (7,8). No entanto, o teor de compostos bioativos presentes nesse resíduo pode ter destinos mais nobres, desde corantes naturais para bebidas e alimentos, antioxidantes, antimicrobianos para embalagens, até fármacos (7,8).

O uso de resíduos ou subprodutos de origem vegetal apresentam diversas vantagens, como o baixo custo, redução de custos com destinação de resíduos, redução do impacto ambiental, redução do desperdício de alimentos e a revalorização do processo e subprodutos (8). Na tabela 1 estão alguns exemplos de fontes vegetais de compostos fenólicos (16).

Tabela 1- Compostos fenólicos extraídos de resíduos e subprodutos vegetais

Compostos fenólicos	Fontes vegetais
Ácidos hidroxicinâmicos	Águas residuais de moinho de oliva, casca de citrus, farelo de arroz, bagaço de uva
Ácidos hidroxibenzóicos	Cascas e sementes de abóbora
Antocianinas	Casca de uva, bagaço de uva, sementes de uva, subprodutos da indústria vinícola, cascas de ameixa
Chalconas	Maças
Flavanols	Subprodutos da indústria vinícola, cascas de uva, talos de couve
Flavanonas	Cascas de frutas cítricas e sementes
Flavonols	Cascas de maçã, cascas de cebola, folhas de oliveira, casca e semente de maracujá, alho-poró e alface
Flavonas	Espinafre, pimentas
Isoflavonas	Resíduos de processamento de soja
Estilbenos	Sementes de uva, casca de uva
Taninos	Cascas de pinhão, cascas de noz pecã

Fonte: Camargo et al. (2018)

ENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E APLICAÇÕES EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

A encapsulação consiste em uma técnica na qual os compostos de interesse são revestidos ou aprisionados dentro de materiais poliméricos ou carreadores. Os materiais empregados na técnica devem ser compatíveis com a aplicação em alimentos, ou seja, não podem ser tóxicos e representar risco à saúde. A encapsulação de compostos fenólicos é uma estratégia para proteger esses compostos bioativos da degradação frente as condições ambientais, melhorar a biodisponibilidade no organismo humano, para obter uma liberação controlada em alimentos, embalagens ou dentro do organismo humano e melhorar características tecnológicas como dispersibilidade em bebidas (3–6,9,10,17,18). Alguns compostos fenólicos não voláteis estimulam os receptores de degustação, como a percepção de amargor, pungência, adstringência e atributos metálicos (15), a encapsulação também pode mascarar as características organolépticas indesejáveis e possibilitar a aplicação em diversos tipos de alimentos. Várias técnicas para encapsulamento têm sido desenvolvidas e estudadas com diferentes materiais, entre as

técnicas podemos destacar secagem por pulverização (*spray drying*), liofilização, emulsificação, eletrofiação e gelificação ionotrópica (12) (Tabela 2).

As técnicas de secagem por pulverização e liofilização são amplamente utilizadas para encapsular compostos fenólicos, em razão da natureza líquida dos extratos fenólicos. A secagem por pulverização é vantajosa pelo baixo custo, é útil para materiais sensíveis ao calor devido aos tempos de secagem curtos (5-30 segundos) e apresenta excelente proteção, estabilização, solubilidade e liberação controlada dos compostos. No equipamento de *spray dryer* os compostos fenólicos são dispersos em uma solução de material carreador, seguido de atomização da mistura em uma câmara de secagem com ar quente, nessa câmara as gotículas atomizadas são transformadas em partículas sólidas (12). Um extrato de folha de oliveira foi microencapsulado com alginato de sódio por *Spray drying*, o encapsulamento conferiu proteção dos compostos (secoiridóides, flavonóides, fenóis simples, oleosídeos e ácido elenólico) em condições gástricas e sua liberação controlada em condições intestinais, permitindo maior bioacessibilidade (58%) e maior biodisponibilidade potencial (20%) (6).

A técnica de liofilização é mais indicada para encapsulação de compostos termossensíveis e solúveis em água. É uma técnica baseada na remoção da água por sublimação e por isso envolve o congelamento do material a ser encapsulado (9). A encapsulação de polifenóis extraídos de bagaço de oliva, com amido de batata, pela técnica de liofilização, apresentou atividade antioxidante, antidiabética e efeito inibitório da enzima α -amilase mais eficazes do que os compostos livres (18). Outro estudo em que extratos de farelo de arroz, contendo ácidos fenólicos, flavonóides e antocianinas, foram encapsulados com diferentes polímeros, mostrou que a encapsulação com gelatina foi o melhor carreador para proteger os compostos bioativos das condições de digestão simulada *in vitro* e obteve alta eficiência de encapsulamento (>91%) (9). Os resultados confirmam que o encapsulamento por liofilização pode formar nano ou microencapsulados com alto teor de fenólicos extraídos de resíduos. A desvantagem é o longo período de secagem e o custo mais alto em comparação a outras técnicas.

A emulsificação é outra técnica amplamente utilizada por permitir a encapsulação de compostos lipofílicos e hidrofílicos e por não necessitar de equipamentos sofisticados. A técnica consiste na dispersão de dois ou mais líquidos imiscíveis (óleo em água ou água em óleo), com um líquido sendo disperso no outro na forma de gotas (12). Os sistemas de encapsulamento por emulsificação também podem ser mistos. Um complexo com emulsificantes hidrofílicos em água/óleo/água foi empregado para o encapsulamento de extrato polifenólico de uva e foi capaz de estabilizar a emulsão por 15 dias (4).

A eletrofiação envolve a aplicação de um campo elétrico, que favorece a formação de filamentos ultrafinos de soluções poliméricas. É uma técnica relativamente simples, é realizado em temperatura ambiente, característica importante para evitar a degradação de compostos fenólicos. Estudos mostram que a encapsulação de compostos fenólicos melhora a estabilidade, biodisponibilidade e propriedades de liberação (12). O extrato de casca de pinhão, rico em compostos fenólicos, principalmente dímeros de catequina/epicatequina e catequina, foi encapsulado com amido de batata por eletrofiação. A encapsulação conferiu maior estabilidade térmica, maior atividade antioxidante e liberação rápida e constante dos compostos fenólicos em meios simuladores de alimentos (5). O encapsulamento com polímeros biodegradáveis e naturais são promissores para aplicação na indústria de alimentos.

A gelificação ionotrópica também pode ser realizada para encapsular extratos fenólicos. Um extrato de fenólico de casca de citrus, contendo ácido gálico, ácido ferúlico, ácido *p*-cumárico, hesperidina, naringinina, ácido *trans*-cinâmico, tangeretina, nobiletina, foi encapsulado em microesferas de alginato de cálcio, reforçadas por cargas polissacarídicas, as quais conferiram melhor aprisionamento e a entrega controlada dos fenólicos para usos terapêuticos (3) (Tabela 2).

Tabela 2 – Extratos fenólicos obtido de resíduos vegetais encapsulados por diferentes técnicas

Compostos encapsulados	Fonte	Técnica de encapsulação	de Referências
Hidroxitirosol, hidroxitirosol glicosídeo, tirosol e ácido dihidrocafeico	Bagaço de oliva	Liofilização	Sylla et al. (2021) (18)
Ácido cafeico, eriodictiol, genisteína, procianidina A2	Sementes de maracujá	Emulsão e aspersão	Yepes et al. (2021) (19)
Ácido gálico, ácido ferúlico, ácido <i>p</i> -cumárico, hesperidina, naringinina, ácido <i>trans</i> -cinâmico, tangeretina, nobiletina	Casca de citrus	Gelificação ionotrópica	Dadwal et al. (2021) (3)
Ácido protocatecuico, ácido vanílico, ácido <i>p</i> -cumárico, ácido ferúlico, ácido sinápico,	Extrato de farelo de arroz tailandês	Liofilização complexo de coacervação	e Peanparkdee et al. (2021) (9)
Oleuropeína, oleuropeína diglicosídeo, ligstrosídeo,	Extrato de folha de oliveira	Secagem atomização (<i>drying</i>)	por González et al. (2019) (6)
Procianidinas	Extrato de semente de uva	Emulsificação	Estévez et al. (2019) (4)
Punicalagina	Extrato de casca de romã	Secagem atomização (<i>drying</i>)	por Kaderides et al. (2020) (17)
Ácido clorogênico, rutina, quercetina, epicatequina e isoquercetina	Extrato de casca e semente de maracujá	Emulsificação	Taborda et al. (2021) (10)
Galocatequina-catequina, epicatequina, ácido protocatecuico, dímero de catequina, trímero de catequina, prodelphinidina, eriodictiol- <i>O</i> -hexosídeo	Extrato de casca de pinhão	Eletrofiação	Fonseca et al. (2020) (5)
Ácido gálico, ácido protocatecuico, catequina, ácido clorogênico, ácido vanílico, ácido sirínico, epicatequina, delphinidina, ácido <i>p</i> -cumárico, rutina, pelargonidina, miricetina, quercetina e resveratrol	Extrato de bagaço de uva	Homogeneização e secagem à vácuo	e Brezoiu et al (2019) (2)

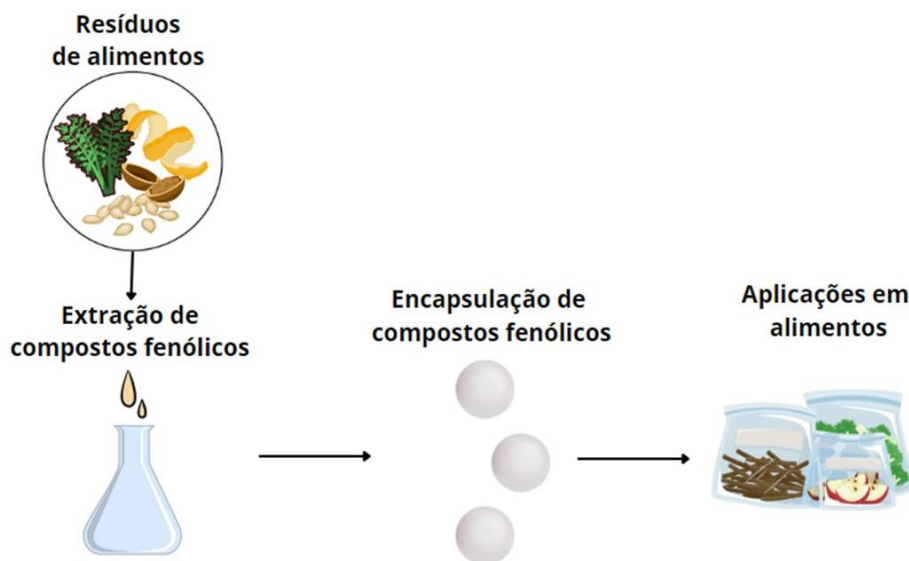


Figura 2 – Extração de compostos fenólicos a partir de resíduos e subprodutos agroindustriais visando aplicações em alimentos

CONCLUSÕES

Os resíduos vegetais são fontes de compostos fenólicos de baixo custo e alta disponibilidade. A encapsulação é uma ótima aliada para melhorar a estabilidade, bioatividade e bioacessibilidade dos compostos extraídos de resíduos vegetais. Diversas técnicas podem ser empregadas para encapsular extratos fenólicos, entretanto os agentes encapsulantes, bem como a técnica escolhida, devem atender aos objetivos finais da aplicação. Além disso, novos estudos são necessários para testar a toxicidade e segurança de micro e nanocápsulas no organismo humano.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio e concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

1. Delgado AM, Issaoui M, Chammem N. Analysis of main and healthy Phenolic compounds in foods. *J AOAC Int.* 2019;102(5):1356–64.
2. Brezoiu AM, Matei C, Deaconu M, Stanciuc AM, Trifan A, Gaspar-Pintiliescu A, et al. Polyphenols extract from grape pomace. Characterization and valorisation through encapsulation into mesoporous silica-type matrices. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2019;133(August):110787. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110787>

3. Dadwal V, Joshi R, Gupta M. Formulation, characterization and in vitro digestion of polysaccharide reinforced Ca-alginate microbeads encapsulating citrus medic L. phenolics. *Lwt* [Internet]. 2021;152(May):112290. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112290>
4. Estévez M, Güell C, De Lamo-Castellví S, Ferrando M. Encapsulation of grape seed phenolic-rich extract within W/O/W emulsions stabilized with complexed biopolymers: Evaluation of their stability and release. *Food Chem* [Internet]. 2019;272(August 2018):478–87. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.217>
5. Fonseca LM, de Oliveira JP, Crizel RL, da Silva FT, da Rosa Zavareze E, Borges CD. Electrospun Starch Fibers Loaded with Pinhão (*Araucaria angustifolia*) Coat Extract Rich in Phenolic Compounds. *Food Biophys*. 2020;15(3):355–67.
6. González E, Gómez-Caravaca AM, Giménez B, Cebrián R, Maqueda M, Martínez-Férez A, et al. Evolution of the phenolic compounds profile of olive leaf extract encapsulated by spray-drying during in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chem* [Internet]. 2019;279(December 2018):40–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.127>
7. Pascual G, López MD, Vargas M, Aranda M, Cañumir JA. Next Generation Ingredients Based on Winemaking By-Products and an Approaching to Antiviral Properties. *Foods*. 2022;11(11):1604.
8. García-Lomillo J, González-SanJosé ML, Del Pino-García R, Rivero-Pérez MD, Muñoz-Rodríguez P. Antioxidant and antimicrobial properties of wine byproducts and their potential uses in the food industry. *J Agric Food Chem*. 2014;62(52):12595–602.
9. Peanparkdee M, Borompichaichartkul C, Iwamoto S. Bioaccessibility and antioxidant activity of phenolic acids, flavonoids, and anthocyanins of encapsulated Thai rice bran extracts during in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chem* [Internet]. 2021;361(May):130161. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130161>
10. Tabora JAV, Arango WM, Méndez Arteaga JJ, Guerra Almonacid CM. Encapsulation of bioactive compounds from byproducts of two species of passionflowers: evaluation of the physicochemical properties and controlled release in a gastrointestinal model. *Heliyon*. 2021;7(7).
11. Gil-Martín E, Forbes-Hernández T, Romero A, Cianciosi D, Giampieri F, Battino M. Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic compounds from food industry by-products. *Food Chem*. 2022;378.
12. Peanparkdee M, Iwamoto S. Encapsulation for Improving in Vitro Gastrointestinal

- Digestion of Plant Polyphenols and Their Applications in Food Products. *Food Rev Int* [Internet]. 2022;38(4):335–53. Available from: <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1733595>
13. Khoddami A, Wilkes MA, Roberts TH. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*. 2013;18(2):2328–75.
 14. Stromsnes K, Correias AG, Lehmann J, Gambini J, Olaso-gonzalez G. Anti-inflammatory properties of diet: Role in healthy aging. *Biomedicines*. 2021;9(8):1–28.
 15. Alara OR, Abdurahman NH, Ukaegbu CI. Extraction of phenolic compounds: A review. *Curr Res Food Sci* [Internet]. 2021;4(March):200–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.011>
 16. de Camargo AC, Schwember AR, Parada R, Garcia S, Maróstica Júnior MR, Franchin M, et al. Opinion on the hurdles and potential health benefits in value-added use of plant food processing by-products as sources of phenolic compounds. *Int J Mol Sci*. 2018;19(11).
 17. Kaderides K, Mourtzinis I, Goula AM. Stability of pomegranate peel polyphenols encapsulated in orange juice industry by-product and their incorporation in cookies. *Food Chem* [Internet]. 2020;310(October 2019):125849. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125849>
 18. Sylla N, Bouyahya A, Taha D, Dakka N, Elhajji H. Study of the antioxidant and antidiabetic activity in vitro of free and encapsulated phenolic compounds of olive pomace. *Biocatal Agric Biotechnol* [Internet]. 2021;36(August):102126. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102126>
 19. Montoya Yepes DF, Murillo Arango W, Jiménez Rodríguez ÁA, Méndez Arteaga JJ, Aldana Porras ÁE. Encapsulation of phenols of gulupa seed extract using acylated rice starch: Effect on the release and antioxidant activity. *J Funct Foods*. 2021;87(March).

Capítulo 18

CO-PRODUTOS ELABORADOS A PARTIR DE NOZ-PECAN: UMA REVISÃO

Karem Rodrigues Vieira *; Marlene Terezinha Lovatto 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: merakvieira@gmail.com

Resumo: O cultivo e o beneficiamento de noz-pecan têm crescido exponencialmente a nível mundial nos últimos anos. Esse crescimento deve-se as propriedades nutricionais e antioxidantes presentes nesta cultivar, que se convertem em benefícios para a saúde humana. Para atender ao mercado consumidor, as nozes passam por diferentes etapas de beneficiamento, desde a colheita, descasque (casca externa/verde), secagem, armazenamento e descasque (casca marrom). Durante essas etapas, quantidades consideráveis de co-produtos, incluindo folhas, cascas verdes, amêndoas quebradas e cascas marrons são gerados. Estes co-produtos contém as mesmas propriedades nutricionais das nozes, indicando assim que podem ser utilizados para a elaboração de produtos alimentares e não alimentares, aplicados a diferentes tipos de mercado consumidor. Em face disso, esta revisão bibliográfica aborda tópicos a respeito do histórico da pecanicultura no Brasil e no mundo, benefícios à saúde do consumir, composição físico-química, operações de processamento, co-produtos gerados e potenciais aplicações. Este estudo pode contribuir para difundir ideias inovadoras tornando-se uma alternativa de fonte de renda, tanto para grandes, como pequenos agricultores, além de evitar o descarte inadequado destes co-produtos, contribuindo para tornar uma indústria de beneficiamento de nozes mais sustentável.

Palavras-chave: pecanicultura; beneficiamento; subprodutos; inovação; reaproveitamento

INTRODUÇÃO

A noqueira-pecan (*Carya illinoensis*) pertence à família botânica *Juglandaceae*, conhecida como a família das nozes. Essa espécie frutífera ocorre naturalmente em extensas áreas nas regiões temperadas do hemisfério norte, mais precisamente no Sul dos Estados Unidos até o Norte do México (1).

O plantio comercial da cultura vem crescendo exponencialmente em todos os continentes (2). No Brasil, a cultura é implantada principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, alcançando percentuais de produção de 70%, 22% e 8%, respectivamente. Este fato se deve basicamente as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura nessas regiões (1).

A cultura da noqueira-pecan vem sendo considerada uma ótima alternativa para a diversificação produtiva de pequenas propriedades, principalmente aquelas em que seus proprietários fazem parte da agricultura familiar (2). A colheita ocorre entre abril e junho, no Hemisfério Sul, e seus frutos são de fácil armazenamento. É uma espécie perene, com longevidade de produção e uma menor demanda de mão de obra, quando comparada às demais frutíferas, principalmente na sua fase adulta (3).

A pecanicultura no Rio Grande do Sul expandiu-se consideravelmente em área de produção nos últimos anos, devido ao aumento do consumo diário de nozes, pois se obteve maiores conhecimentos de suas propriedades nutritivas que estimulam benefícios à saúde, além do alto rendimento monetário dos frutos que chamaram atenção de produtores. Porém com este aumento da produção de nozes-pecan, para que a amêndoa seja comercializada *in natura* descascado, “resíduos” são gerados durante as etapas de colheita, descasque e secagem (4).

No entanto, estes “resíduos” gerados, são considerados co-produtos que podem ser utilizados como matéria-prima para preparação de produtos alimentares, como farinha, óleo, etc. Além de serem aplicados em produtos não alimentares, como para geração de calor, partículas para produção de painéis, carvão ativado, etc., tornando-se uma possibilidade de uma promissora fonte de renda, tanto para grandes, quanto para pequenos agricultores (5).

Em face disso, o objetivo desta revisão é apresentar um breve histórico da pecanicultura no Brasil e no mundo, além dos benefícios à saúde e apresentação de produtos alimentares e não alimentares de co-produtos gerados a partir do beneficiamento de noz-pecan.

HISTÓRICO DA NOGUEIRA-PECAN

A noqueira-pecan foi introduzida no Brasil por imigrantes norte-americanos na região de Santa Bárbara D'Oeste, São Paulo. Nozes-pecan foram plantadas no final do século XIX, dando origem as primeiras noqueiras-pecan em solo brasileiro. O cultivo inicial da noz-pecan no Brasil não era comercial, mas para manter uma fonte de um ingrediente típico, para formulações culinárias americanas (2, 6).

Quanto à introdução de variedades comerciais no Brasil, é tido como plantio mais antigo o praticado por Mário Veiga de Moraes, em 1915. Mudanças de três variedades foram recebidas e plantadas na Fazenda Canteiro, próximo a Nova Friburgo, no Estado do Rio de Janeiro. Na Granja de Pedras Altas, no município de Pinheiro Machado, Rio Grande

do Sul, Joaquim Francisco de Assis Brasil plantou, algumas mudas de variedades comerciais (1, 6).

O viveiro do Dieberger, em Limeira, São Paulo, foi o primeiro a produzir mudas de nozes-pecan enxertadas com variedades americanas, no Brasil. Uma rápida expansão da cultura da noqueira-pecan ocorreu com os incentivos fiscais para florestamento e reflorestamento, através da Lei nº 5.106, de 2 de setembro de 1966 e posteriormente com o Decreto Lei nº 1.134 de 1970. Esta legislação possibilitou a formação de grandes pomares, alguns superando 100.000 mudas. No entanto, a maioria dos pomares foram posteriormente abandonados, com produção nula e grandes problemas fitossanitários, sendo que muitos já deixaram de existir (6, 7).

A partir de 2010 a cultura voltou a ter visibilidade no mercado produtivo, devido as propriedades nutritivas, antioxidantes e sensoriais das nozes-pecan, ocorrendo um aumento na demanda de consumo da cultura, tanto da amêndoa *in natura* como aplicadas em formulações alimentares. Com isso empresas privadas investiram na produção de mudas e no auxílio técnico na implantação dos pomares (8, 9).

O cultivo da noqueira-pecan é praticado, atualmente, em toda a Região Sul, parte do Sudeste, e Mato Grosso do Sul. Sendo a maior concentração de pomares encontrada na depressão central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil (5).

PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA NOZ-PECAN

O plantio comercial da noqueira-pecan vem crescendo anualmente em todos os continentes. No período entre 1997 a 2016 a área de cultivo de nozes quase dobrou, passando de 512.367 para 1.186.398 hectares (10). A Tabela 1 apresenta a produção mundial de noz-pecan com casca que obteve valores de 320 mil toneladas no ano de 2021, no qual a metade deste valor é consumido pelos países produtores e a outra metade, em torno de 40 mil toneladas com casca são exportadas para a China e das 120 mil toneladas que sobram, são descascadas e colocados no mercado internacional.

Tabela 1. Produção mundial de nozes-pecan.

Descrição	Toneladas
Produção mundial de pecan com casca	320.000
Consumos dos países produtores	160.000
Exportações	40.000
Nozes descascadas	60.000

Fonte: (11).

O ranking da produção mundial de noz-pecan em casca, pode ser visto na Tabela 2, no qual observa-se que os Estados Unidos (EUA) é o principal produtor mundial de noz-pecan com casca alcançando uma produção anual aproximado de 147 mil toneladas, seguido pelo México (115.214 toneladas). A população americana consome toda a sua produção e importam um volume expressivo do México, em paralelo, exportam pecan com casca e descascado, para várias regiões do planeta. O mercado interno do México consome aproximadamente 60 mil toneladas e exportam o excedente para os EUA e China. O terceiro maior produtor mundial é a África do Sul, com aproximadamente 20 mil toneladas e destes 20% são consumidos pelo mercado interno e 80% da produção são exportados para a China (11).

Tabela 2. Ranking da produção mundial de noz-pecan em casca (toneladas).

País	2017	2018	2019	2020	2021
EUA	138.568	110.423	115.939	137.150	146.478
México	146.580	159.418	171.000	164.300	115.214
África do Sul	16.535	18.238	17.272	21.500	19.112
Brasil	-	-	-	4.179	5.524

Fonte: (11).

A África do Sul é um concorrente direto do Brasil, pois além de ambos estarem centrados no Hemisfério Sul, e suas colheitas serem realizadas no mesmo período, as espécies das nogueiras são parecidas. O Brasil encontra-se na quarta posição desde o ano de 2020 de produção de noz-pecan. E atualmente tem exportado nozes-pecan em casca para a China (11).

A produção de nozes-pecan ainda é baixo no Brasil, quando comparada com os maiores produtores. No entanto, com o avançar dos anos observa-se crescimento exponencial do plantio, principalmente na região sul do país. A Tabela 3 apresenta uma estimativa de 5 anos de produção de nozes-pecan no Brasil, entre os anos de 2020 a 2025.

Tabela 3. Estimativa de produção de noz-pecan nos próximos 5 anos no Brasil

	Projeção anual para o Brasil					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Área plantada (ha)	10.000	11.000	12.000	13.000	14.000	15.000
Área em produção (ha)	4.500	5.000	5.520	7.000	8.000	10.000
Produtividade (ton/ha)	0,63	1,0	0,75	1,25	0,95	1,35
Produção brasileira (ton,)	2.835	5.000	4.140	8.750	7.600	13.500
Consumo nacional (ton.)	2.835	3.834	3.900	4.100	5.000	5.500
Estimativa para exportação (ton.)		500	600	1.500	2.000	3.000
Estoque de passagem (Kg)		666	306	3.456	4.056	9.056

Fonte: (11).

No ano de 2021, com área em produção de 5 mil hectares o Brasil apresentou produtividade de 1 ton/hectare. A produção de nozes-pecan alcançou valores de 5 mil toneladas. No entanto, a população brasileira consome em média 4 mil toneladas de nozes por ano, sendo ainda considerado muito baixo. Assim o mercado internacional tem sido explorado para a exportação de nozes-pecan com casca. Em 2022, o Brasil apresentou um total de área plantada de 12 mil hectares e área produção de 5.520 hectares. Contudo, houve uma queda na produtividade, e este fato está ligado ao chamado ano *off*, sendo este um termo utilizado dentro do mundo da agricultura, e está ligado a problemas externos, como por exemplo o clima, e outras condições que não possam ser controlados pelo homem (11).

Observando a estimativa realizada pela Emater/RS, juntamente com a IBPecan (Instituto Brasileiro de Pecanicultura), é notável a expansão da produção de nozes-pecan, levando em consideração a área plantada, além da produtividade. Um fator muito relevante que deve ser veementemente considerado é o estoque de passagem, sendo este o estoque de fim da colheita que supre a entressafra e o estoque mínimo nas vésperas da nova colheita. Apesar, de se esperar aumento nas exportações das nozes com casca, ainda assim teremos estoque de passagem em crescimento.

O mercado consumidor brasileiro não conseguirá dar vazão para esta produção somente com o consumo *in natura* das amêndoas das nozes, este fato está muito ligado a cultura de consumo, pois é recente o surgimento de pesquisas que demonstram os benefícios que as nozes trazem para a saúde humana ao fazer parte da dieta. Com isso, soluções devem ser encontradas para facilitar a comercialização deste montante de nozes, criando e inovando produtos e assim conquistar novos mercados.

Outro fator importante que vem ocorrendo, é que nos últimos anos, o mercado mundial de nozes descascadas vem aumentando, conforme apresentado na Figura 1.

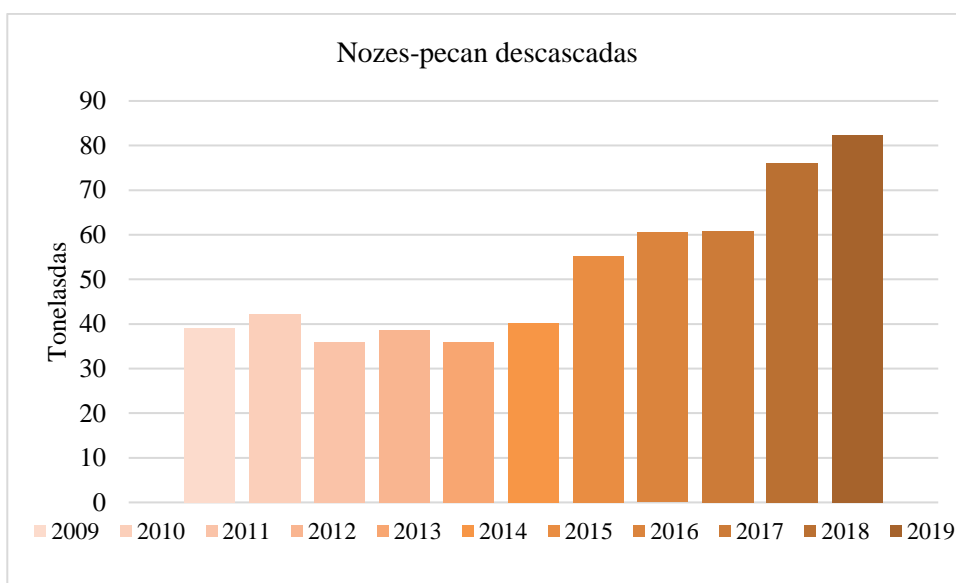


Figura 1. Mercado mundial de noz-pecan sem casca

Tem se observado cada vez mais o interesse em comercializar nozes descascadas, e é notável o aumento dentro de uma década de avaliação, a qual iniciou com 39 mil toneladas em 2009 e 2019 foram comercializadas 82 mil toneladas de nozes-pecan sem casca (10). Atualmente estima-se que estes valores passam de 100 mil toneladas. No entanto, com o aumento da comercialização de nozes-pecan descascadas, surgem alguns desafios, como: manter um padrão de identidade e qualidade da amêndoa no mercado internacional, requisito cujo padrão comercial otimizado está em estudo no Brasil. Pesquisas estão sendo conduzidas junto aos produtores para classificar as amêndoas de acordo com o padrão comercial. Além disso, uma questão que surge é o que será feito dos “resíduos”, ou melhor dizendo, dos co-produtos gerados durante a etapa de descasque das nozes-pecan?

As nozes são uma cultura de grande importância econômica para a indústria alimentícia. A parte comestível da noz é mundialmente reconhecida por suas características nutricionais, benefícios a saúde e dos atributos sensoriais. Os fatores relacionados aos valores nutricionais e de saúde ajudam a estimular ao consumo de nozes. Conseqüentemente, as atividades de desenvolvimento de mercado têm se expandido, levando ao aumento do uso de nozes nos setores de lanches, panificados e alimentos processados (12).

Além de seus benefícios naturais para a saúde, os co-produtos, como casca externa, amêndoa quebrada e casca marrom, produzidos durante o beneficiamento da noz têm um grande potencial para serem utilizados como matéria prima, tornando-se produtos de alto valor agregado. Neste contexto, pesquisas para aplicação e desenvolvimento desses co-produtos estão sendo iniciados e com certeza vão gerar resultados promissores.

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BENEFÍCIOS PARA A SAÚDE DAS NOZES-PECAN

As nozes-pecan apresentam rendimento de aproximadamente 70% de óleo, pois são altamente ricas em lipídios. O percentual de triglicerídeos contendo principalmente ácidos graxos oleico e linoleico e pequenas quantidades de ácidos graxos saturados são de 50%, 40% e 17%, respectivamente (13). A proporção de ácidos graxos saturados é menor com relação aos insaturados, nas membranas celulares das amêndoas, por este motivo o óleo é mais fluído. Pesquisas demonstram que as nozes possuem maior quantidade ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) do que poli-insaturados (PUFA). Além disso, verificou-se que o ácido linoleico é o PUFA mais abundante (14).

Apresentam valor reduzido de peróxido (0,15 mEq O₂ por kg de óleo), indicando uma tendência reduzida à auto oxidação e desenvolvimento do sabor ranço (12). Além disso, são uma fonte alimentar de tocoferóis e fitoesteróis, sendo estes os principais componentes de sua fração insaponificável (14). α -Tocoferol e γ -tocoferol ajudam a prevenir a oxidação de ácidos graxos insaturados, que são especialmente propensos ao processo de oxidação pela presença de ligações insaturadas em sua estrutura (13).

A fração não lipídica é rica em substâncias bioativas. Os principais compostos fenólicos incluem os ácidos gálico e elágico, e seus derivados, além de pro-antocianinas que possuem atividade antioxidante comprovada e capacidade antiproliferativa em células cancerosas. A literatura reporta que possuem em sua composição vitaminas como, tiamina, folato, niacina, riboflavina e vitamina B6, além de minerais como cálcio, ferro, magnésio, fósforo e zinco (15). Polifenóis fazem parte da composição das nozes, e são conhecidos por atuarem como antioxidantes ou sequestrantes de radicais livres, além de possuírem outros atributos bioquímicos (16).

As proteínas da noz-pecan são classificadas de acordo com sua solubilidade em quatro grupos principais: albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas. As glutelinas solúveis em álcalis, seguidas de globulinas, prolaminas e albuminas, são as principais frações proteicas em suas amostras (13).

Além disso, nozes estão associadas a inúmeros benefícios para a saúde. São uma boa fonte do ácido α -linolênico (ω 3), vitamina E, e outros antioxidantes (17). O ω 3 beneficia a saúde do coração, reduz a inflamação melhorando a composição do colesterol do sangue. Além disso, as nozes são uma excelente fonte de vitaminas, minerais e antioxidantes que contribuem a garantir a melhoria do sistema nervoso e imunológico, além de prevenir o desenvolvimento do câncer de mama, próstata, cólon e rins (13, 18).

O seu consumo contribui para a redução dos casos de depressão. Além disso, são uma boa fonte de flavonoides, ácidos fenólicos e polifenóis. Os compostos fenólicos possuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (19). A ingestão diária de nozes pode reduzir significativamente a concentração de colesterol de Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL) e ajuda a prevenir doenças cardíacas coronárias.

Pesquisadores mencionaram que a Food and Drug Administration (FDA) declararam que o consumo de 42,5 gramas/dia de nozes pode reduzir o risco de doenças cardíacas (20). A inclusão na dieta de alimentos que contenham nozes é recomendável por ser considerado um alimento natural e saudável, pois substitui a ingestão de alimentos industrializados. Assim, para se beneficiar de todas as propriedades das nozes se torna necessário ter conhecimento das etapas de processamento, e com isso aproveitar todas as vantagens que este fruto tem a oferecer.

OPERAÇÕES DE PROCESSAMENTO DE NOZ-PECAN

As operações de beneficiamento de nozes abrangem desde a colheita até a produção de produtos alimentares e não alimentares. Essas operações envolvem colheita, descasque (casca externa/ verde), secagem, armazenamento e descasque (casca marrom). Durante essas etapas, quantidades consideráveis de resíduos são geradas, que podem ser utilizados como matéria prima para elaboração de co-produtos. Estes resíduos incluem folhas, cascas externa, amêndoas quebradas e cascas marrom.

Colheita

A noz é um fruto seco deiscente, quando maduro as cascas se abrem e ejetam o fruto que cai no solo. Por isso, a etapa da colheita inicia quando um alto percentual de frutos apresenta as cascas abertas, ainda aderidas aos ramos da árvore e uma pequena parte de nozes se encontra no solo. No entanto, a etapa final de maturação e a separação da casca pode ser acelerado mediante aplicação de um composto indutor de etileno, exemplo o etefon (21). A colheita pode ser mecânica, nesse caso vibradores mecânicos são acoplados aos troncos, essa intensa vibração provoca a queda dos frutos no solo. Os frutos caídos são então cuidadosamente varridos em leiras e recolhidas com máquinas de colheita (12).

Descascamento (casca externa/ verde)

No processo de descasque é utilizado o descascador mecânico que tem a função de remover a casca verde externa das nozes. A casca externa é um dos principais subprodutos produzidos durante o processo de descascamento e, em sua maioria, é descartado no meio ambiente, sem tratamento prévio. No entanto, a casca externa é uma fonte de compostos naturais com propriedades antioxidantes e antimicrobianas inexplorados economicamente (21).

Secagem

Após a colheita e o descasque, as nozes apresentam umidade em torno de 25-30%, que logo precisa ser reduzida a 5-6%. A secagem previne o crescimento microbiano que pode interferir nas reações químicas e bioquímicas de degradação das nozes. Para evitar o desenvolvimento de mofos, umidade do ar deve ser inferior a 60% e, para evitar a rancificação, a temperatura não deve ultrapassar a 38°C. Nessas condições de umidade e temperatura, as nozes secas podem ser armazenadas por longos períodos (22, 23).

Armazenamento

As nozes secas são transportadas para os armazéns onde permanecem até o beneficiamento. As condições adequadas de armazenamento contribuem para manter o

valor nutricional, o sabor e a crocância, bem como evitar a rancificação das amêndoas, devido ao alto teor de óleo presente nas mesmas. A estabilidade máxima de sabor e cor da pele das amêndoas é mantida em condições de no máximo 6% de umidade nas amêndoas, 55% de umidade relativa do ar e temperatura de 4,5°C. Nestas condições, as nozes podem ser armazenadas por até 18 meses (12, 21,).

Descascamento

Para atender à demanda do consumidor e dos mercados industriais, as nozes após a seleção e classificação quanto ao tamanho, seguem para a etapa de descascamento (quebra mecânica da casca marrom) com equipamentos especializados. A separação de vestígios da casca marrom de noz-pecan é realizada a partir do uso de ar. As amêndoas das nozes são certificadas atendendo às especificações do consumidor. O produto é então embalado para envio ao mercado (12).

As amêndoas normalmente são para consumo *in natura* ou uso em produtos industrializados. A casca de noz é composta de material lignocelulósico que forma o endocarpo, essa fina camada protege as amêndoas. As cascas possuem potencial promissor para uso em produtos adicionais, como compósitos reforçados, adsorventes, ou para produção de calor (12).

Os principais produtos de nozes-pecan *in natura* incluem nozes com casca e sem casca (amêndoas). Porém, como apresentado acima, muitas etapas são seguidas para comercialização das nozes. E nestas etapas muitos resíduos são gerados, que podem se tornar co-produtos de alto valor agregado (12, 21).

Os co-produtos do beneficiamento de nozes incluem casca externa, casca marrom, folhas verdes e amêndoas quebradas. Esses co-produtos são produzidos em grandes quantidades durante as operações de processamento de nozes. A casca marrom de noz-pecan compreende aproximadamente 50% do peso total do fruto da noz (13). Estes co-produtos, até então denominados como “resíduos”, são descartados no meio ambiente sem qualquer tratamento, o que pode ser foco de proliferação de patógenos para as plantas do pomar ou mesmo de microrganismos que contribuem para contaminação do solo e água. No entanto, pesquisas já tem demonstrado o potencial destes “resíduos” para serem utilizados como matéria-prima na elaboração de produtos alimentares e não alimentares com alto valor agregado (12).

POTENCIAIS APLICAÇÕES DOS CO-PRODUTOS DE NOZES-PECAN

Novas tecnologias para a indústria de alimentos que permitem o aproveitamento de matérias-primas de forma integral, reduzindo a produção de resíduos e contribuindo para uma melhor destinação e mais valiosa aos co-produtos obtidos, têm sido amplamente estudadas. A noz-pecan possui uma composição nutricional atrativa e é utilizada *in natura*, bem como para a elaboração de panificados, produtos de confeitaria e produção de óleo (12, 13).

Países produtores de noz-pecan, incluindo China, Estados Unidos e México geram grandes quantidades de co-produtos (10). Estes co-produtos da noz têm potencial para serem reprocessados contribuindo para a elaboração de novos produtos com alto valor agregado, tanto para a indústria alimentícia como não alimentícias, em escala industrial.

Os co-produtos produzidos a partir das operações de processamento de nozes têm várias aplicações potenciais. As folhas e cascas verdes têm sido utilizadas tanto na

indústria cosmética quanto farmacêutica (24). Além disso as folhas podem ser utilizadas na medicina popular para tratamento de inflamações da pele e úlceras, além de apresentar propriedades antidiarreicas, anti-helmínticas, antissépticas e adstringentes (25).

As folhas de nozeiras são consideradas um fitoterápico, se utilizadas no banho podem tratar a icterícia neonatal, são úteis na recuperação de doenças como gota e crises de reumatismo. Assim como são consideradas um bom estimulante circulatório contribuindo para a melhora o tratamento de hemorroidas e varizes (26).

As folhas secas de nozeiras são utilizadas em infusões. Servem como material básico para o tradicional licor de noz, xampus e sabonetes. As folhas secas contêm principalmente ácido fenólico, tanino, ácido graxo essencial e flavonoides. A quercetina é um importante flavonoide presente nas folhas de nozeira (24).

A casca externa (verde) das nozes possui propriedades antioxidantes e antimicrobianas que apresentam potencial econômico de aplicação nas indústrias alimentícia e farmacêutica (27). Amêndoas quebradas e farelo, que não atendam às especificações de tamanho mínimo são utilizados para o preparo de farinha de nozes, assim como para extração de óleo (12).

Co-produtos de nozes-pecan para aplicações alimentares

A produção de nozes-pecan se destina basicamente para ser consumida *in natura* ou processada, integrando outros alimentos. É comumente empregada em produtos panificação, tem uso difundido nas indústrias lácteas. Além de ser utilizada em uma grande variedade de produtos alimentícios, pode ser consumida crua, tostada, salgada ou revestida com açúcar, chocolate entre outras opções. Outro produto que merece destaque é óleo extraído da noz-pecan. Apesar do consumo pouco difundido, possui mercado consumidor promissor, devido às qualidades nutricionais e características sensoriais distintas de óleo em preparações culinárias mais requintadas, como no estilo gourmet (14, 28).

Óleo de noz-pecan

Nozes-pecan possuem altos teores de óleo e ácidos graxos essenciais, tornando-os fonte alternativa para a produção comercial de óleo (28). O teor de óleo em variedades comerciais varia de 620 a 740 g por quilo de nozes. O óleo é composto principalmente de triglicerídeos, dos quais ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados estão presentes em grandes quantidades. O óleo fresco apresenta baixa concentração de ácidos graxos livres, peróxidos e fosfatídeos, portanto pode ser consumido diretamente, sem refino (17).

Embora o óleo de noz não seja descrito pelo atual Comitê de Gorduras e Óleos do *Codex alimentarius*, ele é produzido e comercializado na França, Espanha, Chile e Argentina. O óleo de noz-pecan é utilizado sem refino para fins comestíveis, principalmente como molho de salada. Também é usado na indústria cosmética como componente de cremes para pele seca e produtos antirrugas e antienvhecimento (14).

O óleo de noz-pecan é produzido comercialmente por prensagem mecânica, com rendimentos que variam de 45 a 57% de óleo e 50 a 60% de torta prensada. O óleo é usado para alimentação humana, enquanto a torta de noz-pecan (resíduo gerado durante a etapa de prensagem) é geralmente destinado à alimentação animal (13). Porém estudos atuais já têm demonstrado que a partir da torta de noz-pecan pode ser elaborado farinhas para a produção de panificados (29).

O teor elevado de insaturação do óleo de noz-pecan exige alguns cuidados para evitar reações de degradação oxidativa durante o processamento e armazenamento do óleo (28). Com o aumento na demanda por óleo de noz novos métodos apropriados para aumentar sua vida útil, mantendo a oxidação em um nível baixo são requeridos. Pesquisas demonstram que o óleo de nozes pode ser extraído utilizando o método de solvente, prensa de parafuso e dióxido de carbono supercrítico (13).

Farinha de Noz Pecã

A farinha de nozes é composta por amêndoas quebradas na etapa de descascamento, a granulometria varia em função dos equipamentos, porém pode ser padronizada através do uso de peneiras, ou mesmo triturada para adaptar ao uso do produto a qual se destina. A farinha de nozes tem sido empregada na formulação de diversos produtos alimentares funcionais, como carnes, laticínios e produtos de panificação (30). A farinha de nozes é composta principalmente de glutelinas (70%), globulinas (18%), albuminas (7%), prolaminas (5%) e não contém glúten. Fornece em média 450g de proteínas para um quilo de farinha produzida (17, 31).

Os componentes presentes na farinha de nozes-pecan apresentam efeitos positivos nas características nutricionais, funcionais e sensoriais de alguns produtos alimentícios desenvolvidos (32). Por exemplo, a incorporação de farinha de nozes desengorduradas pré-aquecida na formulação de almôndegas de carne melhora a capacidade de gelificação térmica das proteínas miofibrilares devido a interação da proteína noz-músculo (13).

A proteínas de nozes-pecan possui todos os aminoácidos essenciais necessários para a nutrição humana (26). A relação lisina/arginina nas proteínas da noz é menor do que as observadas em outras proteínas vegetais comuns, e este fato tem sido identificado como uma característica positiva na redução do desenvolvimento da aterosclerose. Além disso, as glutelinas de nozes demonstraram ser altamente digeríveis (13).

A inclusão da farinha de nozes na formulação de produtos alimentícios poderia servir como forma de incorporar alguns componentes biologicamente ativos específicos presentes na farinha. Dentre eles, a melatonina, pois apresenta efeitos benéficos sobre o sistema cardiovascular, propriedades antioxidantes e anticancerígenas. A melatonina dietética da farinha de nozes também mostrou efeitos inibitórios no crescimento do câncer de mama (33).

Extração de compostos naturais da casca externa (verde)

A casca externa (verde) da noz apresenta propriedades antioxidantes e antimicrobianas, devido a presença de compostos fenólicos, além de propriedades anticarcinogênica, antimutagênica e cardioprotetora (27). Compostos fenólicos podem ser extraídos a partir do extrato aquoso da casca externa da noz a partir do uso de solventes como água, metanol, etanol e suas soluções aquosas (14).

A técnica de extração por fluido supercrítico também pode ser aplicada para extrair os compostos naturais das cascas de noz-pecan. Os extratos obtidos pela técnica de extração por fluido supercrítico são de excelente qualidade e os rendimentos são comparáveis aos dos métodos de extração com solvente orgânico. A casca verde de noz-pecan apresenta compostos bioativos como ácidos fenólicos, flavonoides e carotenoides, que são detectados por espectrometria UV/Vis (34).

Co-produtos de nozes-pecan para aplicações não alimentares

Para reduzir a poluição causada pelo descarte ao meio ambiente, as cascas de nozes podem ser utilizadas para o preparo de diferentes co-produtos não alimentares com alto valor agregado (35).

Compósitos reforçados

Os compósitos, são materiais formados pela união de outros materiais com o objetivo de se obter um produto de maior qualidade, são formados pela união de fibras unidas entre si por uma substância denominada de matriz, que funciona como uma espécie de cola (12). Os co-produtos da noz, especialmente as cascas, podem ser utilizados para o desenvolvimento de compósitos à base de partículas naturais e são geralmente aplicados em produtos de engenharia. As vantagens das partículas naturais feitas de cascas de nozes em relação às partículas tradicionais é que são de baixa densidade e custo atrativo e rentável, além do fato destas serem provenientes de fontes renováveis e serem biodegradáveis (36).

As cascas podem ser utilizadas na indústria em substituição às fibras de vidro, as poliméricas, de amianto e madeira. A adição de partículas de casca pode aumentar a resistência à compressão final de materiais compósitos. A utilização de fibras naturais a base de casca em compósitos é útil para produzir componentes sem função estrutural, como peças de interior ou de acabamento de automóveis (12, 36).

Carvão ativado

O carvão ativado é um dos adsorventes mais utilizados para a remoção de contaminantes durante o tratamento de água, devido a sua elevada capacidade de captura de moléculas por interação química e à alta taxa de remoção devido a sua grande área superficial específica (37). Carvão ativado elaborado a partir de casca de nozes apresenta 1,7 vezes maior capacidade de adsorção que os carvão ativados comerciais *Samchully* e *Calgon*. Além disso, este adsorvente a partir da casca de nozes é de baixo custo (38).

Aplicações importantes do carvão ativado estão relacionadas ao seu uso no tratamento de água para remoção de sabor, cor, odor e outras impurezas orgânicas indesejáveis da água potável. O carvão ativado também é usado no tratamento de efluentes industriais e gases devido à necessidade de proteção do meio ambiente e para fins de recuperação de materiais (39).

Os adsorventes à base de casca de nozes têm sido explorados como adsorventes de próxima geração para a remoção de contaminantes emergentes, proveniente de medicamentos farmacêuticos, produtos de higiene pessoal, produtos veterinários, herbicidas, nanomateriais de engenharia de aditivos alimentares e compostos industriais (40).

Biocombustíveis

As cascas de nozes podem ser utilizadas como combustíveis em áreas rurais para fins de aquecimento ou como insumo de produção de calor em caldeiras, devido ao seu poder calorífico médio das cascas que é de 20,18 MJ/kg (41). No entanto, pesquisas demonstram que com o auxílio de tecnologia de conversão como gaseificação, combustão, liquefação e pirólise, a energia pode ser extraída dos resíduos da casca e pode ser utilizada para a produção de matérias-primas químicas, combustíveis sólidos, líquidos e gasosos (42).

Foi demonstrado que a pirólise lenta de casca para a produção de bio-óleo apresenta alta potencial para ser usado como combustível para motores ou também como combustível de caldeira de baixo grau. Além disso, o biocarvão gerado pode ser usado como um combustível valioso com valor calorífico na faixa do carvão betuminoso (43).

Partículas

As cascas de nozes podem desempenhar um papel importante na fabricação de painéis à base de madeira, como painéis de partículas. Os painéis de partículas são fabricados a partir de cavacos de madeira, pois proporcionam uma distribuição homogênea das propriedades mecânicas em todos os pontos do painel (44). Para economizar recursos de madeira e, ao mesmo tempo, gerenciar quantidades consideráveis de resíduos, os painéis de partículas podem ser fabricados com partículas de casca de nozes como um substituto às lascas de madeira (45). Além disso, o uso desse subproduto na fabricação de painéis de partículas pode gerar um segundo fluxo de renda para os agricultores.

A adição de cascas em painéis de partículas reduz significativamente as emissões de formaldeído e melhorando sua resistência à água. A diminuição das emissões de formaldeído de painéis de partículas contendo partículas de casca é importante para fabricação de móveis que ficam em ambientes internos. Além disso, as cascas de nozes podem ser uma alternativa de matéria-prima ou carga na fabricação de aglomerados de madeira utilizados em ambientes internos devido ao menor inchamento de espessura e absorção de água. Assim, utilizar casca de nozes podem diminuir a pressão sobre os recursos de madeiras florestais e criar algumas oportunidades de emprego (44, 45).

CONCLUSÕES

Com a estimativa do aumento de produção de nozes-pecan, alternativas devem ser encontradas para colocar as nozes e seus co-produtos no mercado. Esta revisão incluiu o histórico de produção, dos benefícios para a saúde e das operações de beneficiamento de nozes-pecan. Os principais co-produtos gerados e as tecnologias de beneficiamento usadas para produzir produtos de valor agregado a partir de co-produtos de nozes também são descritas neste trabalho. Apesar de muitas pesquisas terem sido realizados com relação aos potenciais usos dos co-produtos gerados durante as etapas de processamento de nozes-pecan, ainda não houve uma aplicação em escala industrial. Alguns desafios como, não haver disponível tecnologias e mercados apropriados, devem ser superados para utilizar eficientemente estes co-produtos. Assim, são necessárias novas pesquisas com relação ao valor potencial dos co-produtos gerados e aplicar em grande escala os produtos de alto valor agregado.

REFERÊNCIAS

1. Crosa CFR, De Marco R, Souza RS. Tecnologia de produção de noz pecã no Sul do Brasil. Revista Científica Rural; 2020; 22, 249-262.
2. Martins CR, Conte A, Fronza D, Filippinialba JM, Hamann JJ, Bilharva MG, Malgarim MB, Farias RM, De Marco R, Reis T. Situação e perspectiva da noqueira-pecã no Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2018; p. 31. Disponível em:

- <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1100226>. Acesso em: janeiro de 2022.
3. Boscardin J, Costa. A noqueira-pecã no brasil: uma revisão entomológica. *Ciência Florestal*, Santa Maria. 2018; 28, 456-468.
 4. Martins CR, Fronza D, Malgarim MB, Bilharva MG, De Marco R, Hamann JJ. Cultura da noz-pecã para uma agricultura familiar. Em: WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. (Ed.). *Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica*. 2017, p.145 (Documentos 443). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168069/1/Carlos-Roberto-Martins-Documento-443-web.pdf>. Acesso em: janeiro de 2022.
 5. Rovani FFM, Wollmann CA. Análise sazonal e anual dos requisitos climáticos do cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) no Rio Grande do Sul. *Geosp – Espaço e Tempo* (Online). 2018; 22, 191-209.
 6. Fronza D, Hamann JJ, Both V, Anese R, De O. Meyer EA. Pecan cultivation: general aspects. *Ciência Rural*. 2018; 48.
 7. Terabe NI, Martins CM, Homechin M. Microrganismos associados a frutos de diferentes cultivares de noz Pecan. *Cienc. Agrotec*. 2008; 32, 2.
 8. Rovani FFM, Wollmann CA, Monteiro A. Exigências bioclimáticas e riscos climáticos ao cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) no Rio Grande do Sul, Brasil. In: X Congresso da Geografia Portuguesa, 2015, Lisboa. *Valores da Geografia. Atas do X Congresso da Geografia Portuguesa*. Lisboa: Associação Portuguesa de Geógrafos. 2015; p. 834-839.
 9. Hamann JJ, Bilharva MG, Barros J, De Marco R, Martins CR. Cultivares de noqueira-pecã no Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2018; 43. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840; 478). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190468/1/DOCUMENTO-478.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2022.
 10. FAO, 2019. *Faostat Data*. Food and Agriculture Organization. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: março de 2022.
 11. EMATER, 2022. *Seminário Técnico de Pecanicultura*, Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=g5vzplyznUI&t=4599s>. Acesso em: junho de 2022.
 12. Khir R, Pan Z. *Walnuts. Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*. 2019; Chapter 16, 391-411.

13. Polmann G, Rossi GB, Teixeira GL, Maciel LG, Francisco A, Arisi ACM, Block JM, Feltes MM. High-added value co-products obtained from pecã nut (*Carya illinoensis*) using a green extraction technology. J Food Sci Technol. 2021.
14. Polmann G, Badia V, Frena M, Teixeira GL, Rigo E, Block JM, Camino Feltes MM. Enzyme-assisted aqueous extraction combined with experimental designs allows the obtaining of a high-quality and yield pecã nut oil. LWT, 2019; 108283.
15. Atanasov AG, Sabharanjak SM, Zengin G, Mollica A, Szostak A, Simirgiotis M, Huminieck L, Horbanczuk OK, Nabav SM, Mocan A. Pecã nuts: A review of reported bioactivities and health effects. Trends in Food Sci. Technol. 2018; 71, 246-257.
16. Wu JH, Lemaitre RN, King IB, Song X, Psaty BM, Siscovick DS, Mozaffarian D. Circulating omega-6 polyunsaturated fatty acids and total and cause-specific mortality: the Cardiovascular Health Study. Circulation, Circulationaha. 2014; 114.011590.
17. Martinez ML, Diana OL, Alicia LL, Dami, MM. Walnut (*Juglans regia L.*): genetic resources, chemistry, by-products. J. Sci. Food Agric. 2010; 90, 1959-1967.
18. Albert, C.M., Gaziano, J.M., Willett, W.C. & Manson, J.E. Nut consumption and decreased risk of sudden cardiac death in the Physicians' Health Study. Arch. Intern. Med. 2002; 162, 1382-1387.
19. Carvalho M, Ferreira PJ, Mendes VS, Silva R, Pereira JÁ, Jer'onimo C. Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia L.* Food Chem. Toxicol. 2010; 48, 441-447.
20. Alasalvar, C. & Bradley, W.B. Review of nut phytochemicals, fat-soluble bioactives, antioxidant components and health effects. British J. Nutr. 2015; 113, S68-S78.
21. Khir R, Pan Z, Atungulu GG, Thompson JF. Characterization of physical and aerodynamic properties of walnuts. Transactions of the ASABE. 2014; 57, 53-61.
22. Wells, L. UGA Pecan Extension: Storing Pecans. 2018. Disponível em: <<https://site.extension.uga.edu/pecan/2018/01/storing-pecans/>>. Acesso em: fevereiro, 2022.
23. Zhang Y, Jiang C, Jing H, Fan X, Peng M, Wenping LV, Wang HA. Comparative evaluation of physicochemical properties of pecã (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) husk by different drying method. Food Measure. 2022.
24. Stampar F, Solar A, Hudina M, Veberic R, Colaric M. Traditional walnut liqueur-cocktail of phenolics. Food Chem. 2006; 95, 627-631.

25. Almeida, I.F., Fernandes, E., Lima, J.L.F.C., Costa, P.C. & Bahia, M.F. Walnut (*Juglans regia*) leaf extracts are strong scavenger of pro-oxidant reactive species. *Food Chem.* 2008; 106, 1014-1020.
26. Reiter RJ, Manchester LC, Tan DX. Melatonin in walnut: influence on levels of melatonin and total antioxidant capacity of blood. *Nutrition.* 2005; 21, 920-924.
27. Fernández-Agullóa A, Pereira E, Freire MS, Valentao P, Andrade PB, Gonzalez-Alvarez J, Pereirab JA. Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts. *Ind. Crop. Prod.* 2013; 42, 126-132.
28. Martinez ML, Penci MC, Ixtain V, Ribotta PD, Maestri D. Effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of walnut oil under different storage conditions. *LWT Food Sci. Technol.* 2013; 51, 44-50.
29. Oliveira IM, Melo FSN, Sousa MM, Menezes MS, Paz EO, Cavalcanti MS. Use of alternative flours in bakery products: a literary review. *Research, Society and Development.* 2020; 9, p. e441996228, 2020.
30. Serrano A, Cofrades S, Ruiz-Capillas C, Olmedilla-Alonso B, Herrero-Barbudo C, Jimenez-Colmenero, F. Nutritional profiles of restructured beef steak with added walnut. *Meat Sci.* 2005; 70, 647-654.
31. Ayo J, Carballo J, Solas MT, Jiménez-Colmenero, F. Physicochemical and sensory properties of healthier frankfurters as affected by walnut and fat content. *Food Chem.* 2008; 107, 1547–1552.
32. Sathe SK, Venkatachalam M, Sharama GM, Kshirsagar HH, Teuber SS, Roux KH. Solubilization and electrophoretic characterization of select edible nut seed proteins. *J. Agric. Food Chem.* 2009; 57, 7846-7856.
33. De La Rosa LA, Vazquez-Flores AA, Alvarez-Parrilla E, Rodrigo-García J, Medina-Campos ON, Ávila-Nava A, Gonzalez-Reyes S, Pedraza-Chaverri J. Content of major classes of polyphenolic compounds, antioxidant, antiproliferative, and cell protective activity of pecã crude extracts and their fractions. *J. Functional Foods.* 2014; 7, 219-228.
34. Kiralan SS, Kiralan M, Ozkan G. Cold pressed pecã (*Carya illinoensis*) oil. *Cold Pressed Oils.* 2020; 515–524.
35. Chudhary Z, Khera RA, Hanif MA, Ayub MA, Hamrouni L. Walnut Medicinal Plants of South Asia. 2020; 671-684.
36. Srivastava N, Singh VK, Bhaskar J. Compressive behavior of walnut (*Juglans* L.) shell particles reinforced composite. *Usak Univ. J. Mater. Sci.* 2013; 1, 23-30.

37. Costa PD, Furmanski LM, Dominguni L. Produção, Caracterização e Aplicação de Carvão Ativado de Casca de Nozes para Adsorção de Azul de Metileno. *de Rev. Virtual Quim.* 2015; 7, 1272-1285.
38. Bae W, Jongho K, Jinwook, C. Production of granular activated carbon from food-processing wastes (walnut shells and jujube seeds) and its adsorptive properties. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 2014; 64, 879-886.
39. Soleimani M, Tahereh, K. Agricultural waste conversion to activated carbon by chemical activation with phosphoric acid. *Chem. Eng. Technol.* 2007; 30, 649-654.
40. Albatrni, H., Qiblawey, H. & AL-Marri, M.J., Walnut shell-based adsorbents: A review study on preparation, mechanism, and application. *J. Water Process Eng.* 2022; 45, 102527.
41. Kar Y. Co-pyrolysis of walnut shell and tar sand in a fixed-bed reactor. *Bioresour. Technol.* 2011; 102, 9800-9805.
42. Shah MA, Khan NS, Kumar V, Qurashi A. Pyrolysis of walnut shell residues in a fixed bed reactor: Effects of process parameters, chemical and functional properties of bio-oil. 2021; 9, 105564.
43. Acikalm K, Karaca F. Fixed-bed pyrolysis of walnut shell: parameter effects on yields and characterization of products. *J Anal Appl Pyrolysis.* 2017; 125, 234-242.
44. Astari L, Sudarmanto, Akbar F. Characteristics of particleboards made from agricultural wastes. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2019; 359.
45. Maraveas C. Production of sustainable construction materials using agro-wastes. *Materials.* 2020; 13, 262. 2020.

Capítulo 19

VALORIZAÇÃO DO FRUTO DO BARU (*DIPTERYX ALATA* VOGEL) DA SAVANA TROPICAL BRASILEIRA: UMA REVISÃO PARA A ÁREA DE ALIMENTOS

Nayara Matiko Reis Miyashita ; Rafaela Teixeira Rodrigues do Vale 
Mariana Souza Albuine ; Alice Aparecida da Silva Lima ; Ana Clarissa dos Santos Pires 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: ana.pires@ufv.br*

Resumo: O estudo e a divulgação dos frutos do baru (*Dipteryx alata* Vogel), bem como, de seus derivados para aplicação na área de alimentos é importante e oferece suporte para a valorização, produção e consumo deste fruto do cerrado. Embora alguns estudos científicos tratem deste assunto, o compilamento de importantes informações sobre esta temática, na língua portuguesa, ainda é escasso. Sendo assim, o objetivo desta revisão é relatar as principais informações a respeito da morfologia, perfil nutricional, funcional e tecnológico do fruto e de alguns derivados como a castanha, concentrado proteico, isolado proteico, óleo, dentre outros. No geral, estes frutos são excelentes fontes de proteína, lipídeos, ácidos graxos insaturados e, compostos bioativos. O consumo frequente da castanha de baru está associado à redução, em mulheres, da adiposidade abdominal, do colesterol, do sobrepeso e da obesidade. Além disso, este fruto é fonte de diversos compostos bioativos, como compostos fenólicos e, por isso, possuem capacidade antioxidante. Os frutos de baru e seus derivados apresentam também capacidade de atuarem como agente texturizante e agente antimicrobiano. Na indústria de alimentos, podem ser utilizados como emulsificantes, espumantes, dentre outros. Ao final desta revisão, o leitor terá acesso à informação atualizada sobre o potencial do baru para diferentes aplicações na área de alimentos.

Palavras-chave: fruto do cerrado; propriedades funcionais; propriedades tecnofuncionais

INTRODUÇÃO

Nativo da flora do bioma cerrado, também conhecida como savana tropical, o baru (*Dipteryx alata* Vogel) é uma espécie frutífera de cultivo promissor e que apresenta características atrativas para utilização na área microbiológica, energética e sobretudo, de alimentos (1–3).

Os frutos de baru são considerados fontes sustentáveis para a extração de castanhas que podem ser consumidas *in natura* ou gerar produtos como farinha, óleos, concentrado e isolado proteicos, entre outros produtos com excelente qualidade nutricional, em virtude da presença alto teor de proteínas e lipídeos nesta castanha. Comparada a outras fontes de proteínas vegetais mais conhecidas, a castanha de baru apresenta maior teor de proteína (cerca de 24,5 % de proteínas) do que a ervilha (*Pisum sativum* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grão de bico (*Cicer arietinum* L.) e lentilha (*Lens culinaris* Med), (22%, 21%, 18% e 21%, respectivamente) (4).

O alto teor proteico da castanha de baru possibilita aplicações na indústria de alimentos como um ingrediente isolado, assim como a soja, a leguminosa mais consumida no mundo, com cerca de 39% de proteínas (5). A farinha desengordurada, concentrados e isolados proteicos de baru, são potenciais recursos de proteínas que poderão ser utilizados para enriquecer formulações nutricional e/ou tecnologicamente.

O uso de farinhas desengorduradas desempenha um papel importante na indústria de alimentos devido ao seu custo de produção menor do que o de isolados e concentrados proteicos. Além disso, a aplicabilidade destes produtos depende de sua performance como ingrediente funcional, e de seus comportamentos em sistemas alimentares (6).

O óleo de baru também está incluso como um dos produtos derivados da castanha baru e que apresenta aplicações nas indústrias de alimentos, farmacêutica e de combustíveis. O teor de óleo na castanha de baru pode chegar a 40%. Este óleo possui um alto grau de insaturação e sua fração lipídica apresenta elevado conteúdo de ácidos oleico (44,5%) e linoleico (31,7%), sendo o conteúdo deste último, mais alto que nos óleos de amendoim, de coco, de azeite de oliva e de dendê (7). Os principais benefícios associados ao consumo de ácidos graxos insaturados são a diminuição do risco de doenças cardiovasculares, diminuição das concentrações de colesterol LDL, VLDL e, redução de respostas inflamatórias (8).

A partir dos produtos derivados da castanha de baru, uma série de aplicações na indústria de alimentos se torna possível, aliando suas propriedades tecnofuncionais, como absorção de água, óleo, emulsificante e espumante, com suas propriedades funcionais, como antioxidante, rica fonte de compostos fenólicos e potencial redutor da adiposidade abdominal, do colesterol, do sobrepeso e a obesidade, com seu consumo frequente (8–11).

Portanto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão sobre o fruto do baru a fim de enfatizar o potencial nutricional, funcional e tecnológico desta espécie da savana tropical. Assim, destacaremos a sua utilização dentro da indústria de alimentos, bem como, alguns processos para a obtenção de seus derivados.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO FRUTO

Nativo do cerrado brasileiro e pertencente à família da Leguminosae, o baru (*Dipteryx alata* Vogel) também popularmente conhecido como barujo, cumbaru, cumaru ou feijão coco, é uma espécie frutífera de forma elíptica e composta principalmente por epicarpo (casca), mesocarpo (polpa) e endocarpo, chamado de semente, castanha ou noz (12,13). A parte externa do baru (casca) apresenta coloração marrom clara, estrutura firme e que protege a porção comestível denominada de castanha. Entre a casca e a castanha, o fruto possui uma fina película com coloração marrom escuro e com doçura e adstringência peculiar (1), Figura 1.



Figura 1 – Fruto de baru (*Dipteryx alata* Vogel). **A.** Fruto inteiro. **B.** Fruto com corte transversal. **C.** Casca. **D.** Semente (castanha) com película. Fonte: Domínio público, Canvas,2022.

No geral, os frutos de baru apresentam, em média, 26 g de massa, 5 cm de comprimento e 4 cm de largura. Com relação as características físicas, rendimento e qualidade, tanto os frutos, como as castanhas (1,2 a 1,9 g de massa e cerca de 5% da massa total do fruto), se diferenciam de planta para planta e também, com relação as regiões produtoras e características do solo, índice pluviométrico e temperatura (13,14).

A produção do baru é realizada principalmente por comunidades extrativistas e cooperativas do setor. Possui grande potencial para plantação em escala comercial pois tem alta produtividade e crescimento rápido, apresentando mais de 95% de sobrevivência. Também é um produto de fácil armazenamento e com baixa incidência de doenças e pragas, o que aumenta o seu valor comercial. O baruzeiro é utilizado de diferentes formas, desde recuperação de vegetação de regiões degradadas até na construção civil, onde é utilizada a sua madeira. É possível ainda obter carvão, biodiesel, ácido pirolenhoso, alcatrão e outros ácidos voláteis, além de ser aproveitado para artesanato. A polpa e a castanha são consumidas, principalmente na forma de doces e farinha, mas também podem ser consumidos para elaboração de molho para massas, ingrediente na composição de cereais matinais, bombons, bolos e licor (15,16).

CASTANHA DE BARU

Uma das formas de aproveitamento e consumo *in natura* do baru é por meio da ingestão da castanha, conhecida como castanha de baru. Em 2018, foram produzidos 95,8 toneladas de baru no Brasil, ao passo que foram produzidas 34,1 mil toneladas de castanha do Pará (17).

As castanhas de baru com casca são compostas principalmente por proteínas (20 a 26 g/100 g) (18,19) e lipídeos (38 a 42 g/100 g) (19,20). Apresentam valor energético de 502 kcal/100 g (19) e em relação a outras castanhas, contém maior conteúdo proteico e menor conteúdo lipídico. Conforme Cardoso et. al. (21), os teores de proteínas de pistache (15 g/100 g), noz (14 g/100 g), macadâmia (9 g/100 g), castanha de caju (18 g/100 g) e de castanha do Pará (15 g/100 g) são inferiores aos teores de proteínas da castanha de baru. Já as concentrações lipídicas do baru são inferiores à de outras castanhas como noz (60 g/100 g), macadâmia (76 g/100 g) e castanha do Pará (66 g/100 g).

Do ponto de vista nutricional e funcional, o consumo diário de 20 g de castanha de baru reduz, em mulheres, a adiposidade abdominal, o colesterol, o sobrepeso e a obesidade (8). O consumo da castanha de baru preveniu a hiperlipidemia, diminuindo os níveis de colesterol total e triacilglicerol, além de aumentar os níveis de colesterol HDL, em relação à dieta controle. Esse efeito de anti-hiperlipidemia provavelmente está relacionado ao perfil de ácidos graxos, pois são ricos em ácidos graxos insaturados, sugerindo um papel protetor desses alimentos contra a alta ingestão de gordura saturada e colesterol (22).

A castanha de baru apresenta uma variedade de compostos bioativos como os compostos fenólicos, expressos em ácido gálico equivalente (GAE), variando de 3 a 1107 mg GAE.100g⁻¹. Esta ampla faixa de concentração destes compostos é influenciada por diversos fatores como origem geográfica, métodos de conservação, torragem e método de extração utilizado para análise. Em geral, o teor de compostos fenólicos encontrado na castanha de baru foi superior ao relatado para a castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) (331–407 mgGAE.100g⁻¹ [42], castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) (280–370 mg GAE.100g⁻¹), pistache (*Pistacia vera* L.) (165-473 mg GAE.100g⁻¹) e amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (328-920 mg GAE.100g⁻¹). Os principais compostos fenólicos identificados são o ácido gálico e seus derivados. O teor de fenólicos totais da castanha de baru tem mostrado alta correlação com sua capacidade antioxidante (10,23,24).

Em adição, o consumo da castanha de baru protege os tecidos contra o estresse oxidativo induzido pelo ferro. O ácido fítico presente na castanha de baru pode ser parcialmente responsável por esse efeito protetor, assim como outros compostos fenólicos (9).

A diversidade de efeitos benéficos pode ser obtida por meio do consumo da castanha do baru e/ou seus derivados, dependendo da finalidade. Do processamento da castanha de baru podem ser obtidos a farinha, os concentrados e isolados proteicos, óleos, etc. Para cada produto, existem diferentes métodos de extração que serão apresentados a seguir.

MÉTODOS PARA A EXTRAÇÃO DA FARINHA E DO ÓLEO DE CASTANHA DE BARU

FARINHA DE BARU, CONCENTRADO E ISOLADO PROTEICO

Inicialmente, para dar origem a farinha de baru, a castanha é submetida ao processo de secagem (em estufa ventilada e temperatura próxima à 70°C), quebra, exposição e trituração. Na sequência, a farinha de baru deve ser desengordurada e utilizada para a obtenção de concentrados e isolados proteicos que no geral, são extraídos pelo método de alteração de pH (4).

Desengordurar a farinha de baru para extração de proteínas em forma de concentrado ou isolado, contribui para a redução de compostos apolares que se ligam a cadeias de hidrocarbonetos e de resíduos de aminoácidos hidrofóbicos, que influenciam na eficiência da extração de proteínas (25). O processo de remoção de gorduras de farinhas também é uma maneira de diminuir a oxidação lipídica destas, sendo uma forma de conservar melhor a farinha (26).

Os concentrados proteicos possuem menor teor de proteínas (cerca de 55%) que o isolado proteico (cerca de 84%) (5). Para a obtenção destes, recomenda-se que a farinha seja desengordurada, por exemplo, por intermédio de extrator do tipo Soxhlet e utilização de solventes orgânicos como hexano (primeira extração na proporção 1:5 p/v farinha/solvente e segunda extração de 1:6 p/v) e, posterior evaporação por meio de ventilação forçada (4) ou capela de exaustão à temperatura ambiente (6).

A partir da farinha de castanha de baru desengordurada, o concentrado proteico pode ser obtido pela alteração de pH da solução, até atingir o pH de solubilidade máxima da proteína. Neste caso, é necessário dispersar a farinha desengordurada em solução aquosa (1:20 m/v), com ajuste de pH para 10, pH de máxima solubilidade da proteína, centrifugação (velocidade de 1520 g/20 minutos) e secagem por spray dryer na temperatura de 165 °C (6).

Para obtenção do isolado proteico, um dos métodos disponíveis na literatura é baseado na precipitação das proteínas. Assim, a farinha desengordurada deve ser dispersa em água (1:20 m/v), o pH da dispersão deve ser mantido constante (pH = 10 pela adição de NaOH 0,1M) com posterior centrifugação, coleta de sobrenadante, precipitação da proteína (pH 4,8), centrifugação (1520 g/40 minutos) e, liofilização (4,6,27). Também é pertinente destacar que para este tipo de extração, a etapa de precipitação da proteína é a principal responsável pela obtenção do isolado. Nela, o pH das castanhas de baru é alterado para o ponto isoelétrico (pH = 4,8) e assim, contribui para a neutralização das cargas proteicas, bem como, para a redução da repulsão eletrostática que é o principal mecanismo responsável por manter as proteínas em dispersão.

Além de concentrados e de isolados proteicos, também é possível a extração de proteínas isoladas, pelo método de Osborne. Este pesquisador classificou as proteínas de sementes em quatro categorias, levando em consideração a solubilidade de cada categoria em várias soluções: (a) albuminas, solúveis em água, que correspondem principalmente a enzimas; (b) globulinas, insolúveis em água mas solúveis em soluções salinas (por exemplo, NaCl 1 M); (c) prolaminas, solúveis em etanol; e (d) glutelinas, solúveis em soluções muito ácidas ou muito básicas (28).

De acordo com da Cruz et al. (4), a extração de proteínas da farinha de baru pode ser realizada pelo método de Osborne modificado. Assim, a farinha desengordurada deve

ser dispersa em água (pH 7,0, razão 1:30, m:v), agitada mecanicamente por 60 minutos e centrifugada a 32.000 g/40 min. O precipitado é formado por globulinas, prolaminas e glutelinas que serão separadas posteriormente, enquanto o sobrenadante, deve ser submetido à diálise (24-36 h, com água destilada e membranas com tamanho de poro de cerca de 10 kDa), com posterior centrifugação para a separação das albuminas (sobrenadante) e das globulinas (precipitado que deve ser reservado). Para a obtenção das outras frações proteicas específicas, o resíduo da primeira extração (globulinas, prolaminas e glutelina) é solubilizado em uma solução de 0.5 mol.L^{-1} NaCl (pH 7.0, razão 1:30, m:v), e após centrifugação, o sobrenadante passa pelo mesmo processo de diálise descrito anteriormente, é novamente centrifugado, resultando em uma porção de globulinas (precipitado), que seria adicionada à primeira porção de globulinas já extraídas, e em uma solução contendo prolamina e glutelina. Nas seguintes etapas, são realizadas sucessivas extrações com o solvente etanol (700 g L^{-1}), para a extração de prolaminas, e a com uma solução de NaOH (0.1 mol L^{-1}), para a extração de glutelina. Esta técnica de fracionamento de proteínas possibilita a extração de 80% do total de proteínas na castanha de baru, com apenas 4,6% do total de proteínas permanecendo insolúvel. O conteúdo de globulinas extraído foi de 61,7%, seguido por albuminas 14,0 %, glutelinas 3,3 % e prolaminas 0,5 %. Análises de eletroforese (SDS-PAGE) confirmaram que esta técnica foi efetiva para fracionamento de proteínas.

ÓLEO DE BARU

Além da extração de proteínas, a partir das castanhas de baru é possível extrair o óleo de baru, que apresenta alta qualidade nutricional e potencial econômico para a indústria química, farmacêutica e alimentícia (3,29,30). Nas castanhas de baru, os ácidos graxos têm a seguinte distribuição: oleico (50-53%), linoleico (23-25%), palmítico (cerca de 5%), esteárico (cerca de 5%) e araquidônico (cerca de 4%) (31). Importantes parâmetros de qualidade para a indústria de alimentos são os índices de acidez e de iodo. O índice de iodo é a medida da insaturação de óleos ou gorduras, e o índice de acidez indica a deterioração destes pela presença de ácidos graxos livres, provenientes da hidrólise de triacilgliceróis (32,33). O óleo de baru possui índice de acidez em torno de 0,28 mg KOH/g e índice de iodo de 72,9 (g $\text{I}_2/100 \text{ g}$ de óleo). O valor do índice de acidez está mais próximo dos observados em óleos comerciais refinados e processados, como azeite virgem (0,22 mg KOH/g) e óleo de soja (0,04 mg KOH/g). Além disso, o índice de iodo no óleo de baru é comparável aos dos óleos de oliva (71,4 g $\text{I}_2/100 \text{ g}$ de óleo) e soja (83,1 g $\text{I}_2/100 \text{ g}$ de óleo). O índice de peróxido do óleo de baru bruto é inferior a 1,61 mEq O_2/kg de óleo, semelhante ao do óleo de soja, 2,19 mEq O_2/kg de óleo (34).

Para a extração do óleo de baru existem algumas alternativas que fazem parte da chamada “Química Verde” e que substituem o uso de solvente orgânico. O hexano é um tipo de solvente orgânico imiscível em água e que apresenta elevada estabilidade química e capacidade de extração. Entretanto, por apresentar características inflamáveis, ser de alto custo e de elevado potencial poluidor, sua substituição por fontes renováveis vem sendo recomendada. Etanol e isopropanol são exemplos de solventes alternativos que comparados ao hexano, apresentam menor toxicidade. De acordo estudos desenvolvidos por Souza et al. (3) e por Aracava et al. (29), a extração de óleo de baru com etanol e isopropanol apresenta resultados satisfatórios e, inclusive, não alteram a composição dos ácidos graxos presentes no óleo.

Outras maneiras para obtenção do óleo de castanha de baru, consiste no uso da extração por fluido supercrítico (SFE), fluido supercrítico assistido por prensagem a frio (SFEAP) e extração por propano comprimido (3,29–31). Essas metodologias de extração apresentaram bons rendimentos e altas eficiências. A extração por fluido supercrítico, consiste no emprego de CO₂ como solvente de extração e a possibilidade do uso de cossolventes, que aumentam a eficiência do procedimento. A extração SFEAP consiste na associação do método de extração por fluido supercrítico acoplado com equipamento de prensagem a frio, verificando um maior rendimento quando comparada a extração por SFE (30). A associação dos métodos leva a uma melhoria no rendimento de extração do óleo de castanha de baru.

PROPRIEDADES FUNCIONAIS E TECNOFUNCIONAIS DO BARU

Além do aproveitamento das castanhas de baru para o consumo *in natura*, extração de proteínas e óleos, outras partes do fruto (coprodutos) como a casca e a polpa, são utilizadas pela indústria de alimentos para o desenvolvimento/melhoria de produtos com elevadas características nutricionais, funcionais e tecnofuncionais (14).

Do ponto de vista funcional, os frutos e coprodutos de baru destacam-se por apresentarem atividade antimicrobiana. No que se refere às propriedades tecnofuncionais, são relevantes pela capacidade de absorção de água e óleo, capacidade de formação de espuma, solubilidade das proteínas e, atividade emulsificante (1).

SOLUBILIDADE DAS PROTEÍNAS

A solubilidade das proteínas da castanha do baru varia amplamente em diferentes faixas de pH, atingindo máxima solubilidade em pH 10 (aproximadamente 83%) e mínima solubilidade no ponto isoelétrico das proteínas da castanha de baru, em pH 4,8, como ilustrado na Figura 2, que mostra a variação da solubilidade das proteínas da castanha de baru em função do pH do meio. A solubilidade dos componentes proteicos tende a diminuir em meio ácido (pH em torno de 4 e 5) e acima de pH 10 (6).

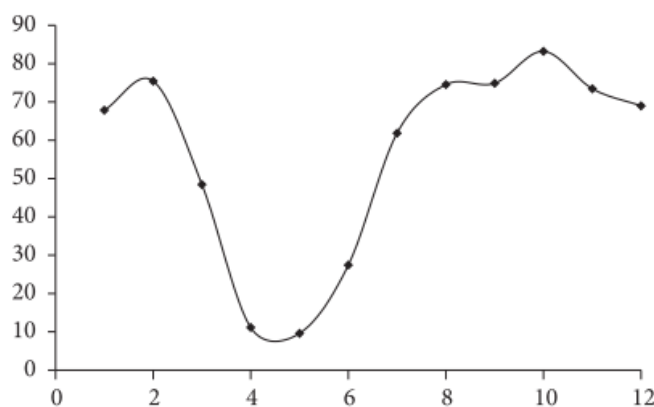


Figura 2 – Curva de solubilidade das proteínas de farinha desengordurada de castanha de baru. Fonte: Guimarães et al. (2012) (6).

Em alguns produtos, a aplicação de proteínas de baixa solubilidade pode ser responsável pela alteração indesejável da textura e da cor dos alimentos, assim como de suas propriedades sensoriais (35).

CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO

Melhorias no sabor, na textura e na palatabilidade dos produtos alimentícios são efeitos significativos ocasionados pela capacidade de interação da água e do óleo com as proteínas. Da mesma forma, alguns fatores relacionados ao próprio alimento devem ser considerados, pois afetam diretamente essa propriedade. Em certos produtos que possuem uma elevada viscosidade, é desejável a adição de proteínas com maior capacidade de absorção de água (CAA), visto que esse solvente esta predominantemente interagindo/ligado com as proteínas presentes no alimento, sendo utilizadas, por exemplo, em salsichas e produtos de panificação. Alta capacidade da proteína de absorção de óleo (CAO) possibilita a utilização de proteínas em alimentos que possuem uma elevada concentração de óleos e gorduras, como por exemplo, molhos para salada e maionese, além das interações óleo-proteínas serem desejáveis para retenção de aromas, e contribuir para obtenção de texturas de alimentos desejáveis pelo aumento de viscosidade (29).

De acordo com Guimarães et. al. (2012) (6), as proteínas do baru apresentam maiores CAA e CAO quando comparadas com outras leguminosas, visto que foi obtido $225,98 \pm 0,91\%$ e $199,80 \pm 0,93\%$ de CAA e CAO para a farinha desengordurada de baru, respectivamente. Em contrapartida, para a farinha desengordurada de ervilha e de fava, por exemplo, a CAA foi de 78% e 72%, e no que se refere à CAO, os valores foram consideravelmente inferiores (41% e 47%, respectivamente). Dessa maneira, em alimentos em que essas propriedades tecnofuncionais são desejáveis, a substituição de grãos como a soja, pelo baru poderia ser realizada, uma vez que o parâmetro de capacidade de absorção de água e óleo de ambos, são semelhantes.

CAPACIDADE DE FORMAÇÃO DE ESPUMA E ESTABILIDADE DA ESPUMA

A solubilidade das proteínas está diretamente relacionada com a capacidade de formação de espuma e sua respectiva estabilidade, visto que, elevadas concentrações de proteínas solúveis fazem com que a tensão superficial na interface ar-água seja reduzida, permitindo assim, há difusão facilitada das proteínas nesse meio (29).

Guimarães et al. (2012) (6) e Nunes et al. (2017) (27) em seus estudos, demonstraram que o concentrado proteico de baru apresentou um máximo de 95% de capacidade de formação de espuma em pH 7,0. No entanto, como os autores evidenciaram que a estabilidade do concentrado foi maior em pH 5,0, uma vez que a espuma se manteve constante por 120 minutos, a sua utilização em alimentos mais ácidos pode ser considerada mais favorável.

ATIVIDADE EMULSIFICANTE E ESTABILIDADE DA EMULSÃO

As proteínas, de uma maneira geral, são consideradas bons agentes emulsificantes devido ao seu caráter anfifílico, ou seja, por possuem em uma mesma molécula regiões hidrofílicas e hidrofóbicas. Dessa forma, em uma emulsão, a tensão interfacial é reduzida devido à adsorção das proteínas na interface água/óleo (1,29). Na Figura 3, é ilustrado o

comportamento das proteínas na interface de gotículas de óleo, de uma emulsão do tipo óleo em água.

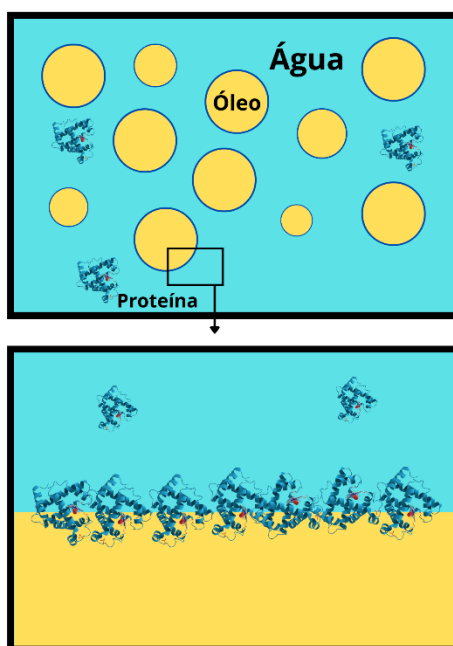


Figura 3 - Emulsão (óleo em água) estabilizada por proteínas adsorvidas na interface dos glóbulos de gordura. Fonte: Autoras, 2022.

Nas proteínas da castanha de baru predominam-se as frações de globulina, seguido das albuminas, glutelinas e prolaminas. As frações proteicas principais são de grande interesse industrial, uma vez que são responsáveis pela atividade emulsificante do baru e, em decorrência disso, sua utilização em sistemas alimentares emulsionados como leite, maionese, margarina, e molhos para salada são altamente desejáveis (4,27).

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Santos et al. (2017) avaliaram a atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos de casca, castanha e polpa de baru. Os autores demonstraram que nos testes de sensibilidade a antimicrobianos, a difusão em discos com extratos hidroalcoólicos de polpa de baru apresentou zonas de inibição para o patógeno *Staphylococcus aureus* (4,50) maiores que para *Escherichia coli* (0,17) e *Candida albicans* (1,17). Nos testes de concentração inibitória mínima, os extratos de polpa e castanha de baru apresentaram resultados entre 150µg/mL a 1000 µg/mL para os microorganismos supracitados (36). Assim, o baru e seus coprodutos podem atuar na conservação de alimentos ou como agentes sanitizantes.

AGENTE TEXTURIZANTE

O baru é composto por basicamente, três camadas: mesocarpo, endocarpo e castanha. Estima-se que o mesocarpo, ou seja, a camada mais externa do fruto, é

constituído por até 38% de amido, e em decorrência da elevada concentração desse carboidrato na polpa, a utilização da farinha da polpa de baru em substituição a outros tipos de farinha, como por exemplo, a de trigo, tem elevado potencial, principalmente, no setor de panificação (1,37). Soares Júnior et al. (2007) (38), no intuito de substituir a farinha de trigo ou fécula de mandioca, formularam biscoitos *cookie* com diferentes teores de farinha de castanha de baru, para tal, substituíram parcialmente a farinha de trigo por farinha de polpa de baru em formulações de biscoitos. Os provadores consideraram os tratamentos com 4% e 8% de farinha de castanha de baru com a mesma aparência do tratamento controle ($p > 0,05$). Em relação ao sabor, os tratamentos não diferiram ($p > 0,05$) do controle. A textura também não diferiu ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Além disso, com a adição gradual da farinha de castanha de baru aos biscoitos a composição centesimal deste foi alterada e os teores de proteínas, lipídeos, ferro, cálcio e fibra aumentaram, ao mesmo tempo que o teor de carboidratos totais foi reduzido. Assim, a adição de 8% de farinha de castanha de baru melhora a qualidade nutricional do biscoito, não interferindo na preferência sensorial dos consumidores. A semelhança na textura dos biscoitos, com e sem farinha de baru, poderia ser explicada pelo alto teor de amido presente na polpa do fruto, que atua como um substituto da farinha de trigo, sem alterar a textura dos biscoitos.

CONCLUSÕES

O fruto baru vem sendo cada vez mais explorado cientificamente, ao mesmo tempo que vem se destacando pelos impactos positivos na saúde, aplicabilidade tecnológica e como ingrediente funcional no preparo de produtos alimentícios. A castanha de baru é especialmente atrativa pois é fonte de proteínas, ácidos graxos insaturados, fibras alimentares e compostos bioativos. Concentrados ou isolados proteicos de castanha de baru podem ser utilizados como agentes emulsificantes e espumantes em sistemas alimentícios, além de fortificantes que enriquecem nutricional e tecnologicamente formulações. O óleo de baru é também tem potencial para ser utilizado tanto pela indústria de alimentos quanto pelas indústrias químicas e farmacêuticas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Lima DC, Alves M da R, Nogueira NH, Nascimento R de P do. A review on Brazilian baru plant (*Dipteryx alata* Vogel): morphology, chemical composition, health effects, and technological potential. *Futur Foods*. 2022 Jun;08:100146.
2. Martins BDA, Ferraz ACDO, Schmidt FL. Physical characteristics of baru tree fruit aimed at kernel extraction. *Semin Agrar*. 2017;08(4):1865–73.
3. Souza ALS, Miranda JS, Sousa RCS, Vieira BB, Coimbra JSR. Extraction of baru almond oil using alternative solvents to hexane: ethanol and isopropanol. *Int J Res*. 2020;08:356 – 371.



4. da Cruz KS, da Silva MA, de Freitas OD, Neves VA. Partial characterization of proteins from baru (*Dipteryx alata* Vog) seeds. *J Sci Food Agric*. 2011;91(11):2006–12.
5. Guimarães R de CA, Favaro SP, Souza ADV de, Soares CM, Nunes ÂA, Oliveira LCS de, et al. Thermal properties of defatted meal, concentrate, and protein isolate of baru nuts (*Dipteryx alata* Vog.). *Food Sci Technol* [Internet]. 2012 Mar 13;32(1):52–5. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612012000100008&lng=en&tlng=en
6. Guimarães R de CA, Favaro SP, Viana ACA, Braga Neto JA, Neves VA, Honer MR. Study of the proteins in the defatted flour and protein concentrate of baru nuts (*Dipteryx alata* Vog). *Food Sci Technol*. 2012;32(3):464–70.
7. Souza ALS, Miranda JS, Sousa R de CS. Caracterização físico-química da amêndoa e do óleo de baru submetido à extração sólido- líquido com solventes alternativos. *Brazilian J Dev*. 2019;5(11):26548–56.
8. de Souza RGM, Gomes AC, de Castro IA, Mota JF. A baru almond–enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutrition* [Internet]. 2018 Nov;55–56:154–60. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900718303903>
9. Siqueira EM de A, Marin AMF, da Cunha M de SB, Fustinoni AM, de Sant’Ana LP, Arruda SF. Consumption of baru seeds [*Dipteryx alata* Vog.], a Brazilian savanna nut, prevents iron-induced oxidative stress in rats. *Food Res Int* [Internet]. 2012;45(1):427–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.005>
10. Egea MB, Takeuchi KP. Bioactive Compounds in Baru Almond (*Dipteryx alata* Vogel): Nutritional Composition and Health Effects. *Ref Ser Phytochem*. 2020;289–302.
11. Campidelli MLL, de Deus de Souza Carneiro J, de Souza EC, de Barros Vilas Boas EV, Bertolucci SKV, Aazza S, et al. Baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) and baru almond paste promote metabolic modulation associated with antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective effects. *Innov Food Sci Emerg Technol* [Internet]. 2022 Jul;103068. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1466856422001539>
12. De Oliveira DEC, Resende O, Devilla IA. Mechanical properties of baru fruit (*Dipteryx alata* Vogel). *Semin Agrar*. 2017;38(1):185–96.
13. MI Vallilo , MTA Tavares SA. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vogel) - caracterização do óleo da semente. *Rev do Inst Florest*. 1990;115–25.
14. Santos AMA, Fernandes DC, Naves MMV. Baru (*Dipteryx alata* Vogel) fruit as an option of nut and pulp with advantageous nutritional and functional properties: A comprehensive review. *NFS J*. 2021 Aug;24:26–36.
15. Batista FO, Sousa RS. Compostos bioativos em frutos pequi (*Caryocar brasiliense* camb.) E baru (*dipteryx alata vogel*) e seus usos potenciais: uma revisão. *Brazilian J Dev*. 2019;5(7):9259–70.
16. Ramos AF, Mendes G da RL, Cruz RS, Silva FN, Camilloto GP, de Souza HF, et al. Development of cakes with almond baru flour: chemical composition and its

- correlations with texture profile analysis. *Br Food J* [Internet]. 2022 Jul 4; Available from: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-08-2021-0866/full/html>
17. BRASIL CN de A. Boletim da sociobiodiversidade [Internet]. Brasília; 2019 p. 1–66. Available from: www.conab.gov.br
 18. Vera R, Soares Junior MS, Naves RV, de Souza ERB, Fernandes EP, Caliarri M, et al. Chemical characteristics of baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) from the Savannah of Goiás, Brazil. *Rev Bras Frutic*. 2009;31(1):112–8.
 19. Siqueira APS, Pacheco MTB, Naves MMV. Nutritional quality and bioactive compounds of partially defatted baru almond flour. *Food Sci Technol*. 2015;35(1):127–32.
 20. Campidelli MLL, Carneiro JDS, Souza EC, Magalhães ML, Nunes EEC, Faria PB, et al. Effects of the drying process on the fatty acid content, phenolic profile, tocopherols and antioxidant activity of baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.). *Grasas y Aceites*. 2020 Mar;71(1):e343–e343.
 21. Cardoso BR, Duarte GBS, Reis BZ, Cozzolino SMF. Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. *Food Res Int* [Internet]. 2017;100:9–18. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.036>
 22. Fernandes DC, Alves AM, Castro GSF, Jordao Junior AA, Naves MMV. Effects of Baru Almond and Brazil Nut Against Hyperlipidemia and Oxidative Stress In Vivo. *J Food Res*. 2015;4(4):38.
 23. Santiago G de L, de Oliveira IG, Horst MA, Naves MMV, Silva MR. Peel and pulp of baru (*Dipteryx Alata* Vog.) provide high fiber, phenolic content and antioxidant capacity. *Food Sci Technol*. 2018;38(2):244–9.
 24. Oliveira-Alves SC, Pereira RS, Pereira AB, Ferreira A, Mecha E, Silva AB, et al. Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: Nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect. *Food Res Int* [Internet]. 2020 May;131:109026. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096399692030051X>
 25. Benhammouche T, Melo A, Martins Z, Faria MA, Pinho SCM, Ferreira IMLPVO, et al. Nutritional quality of protein concentrates from *Moringa Oleifera* leaves and in vitro digestibility. *Food Chem*. 2021 Jun;348:128858.
 26. Bet CD, de Oliveira CS, Colman TAD, Bisinella RZB, Beninca C, Lacerda LG, et al. Aqueous extraction of organic amaranth starch and their by-products: Characterisation before and after degreasing. *J Therm Anal Calorim*. 2019;138(4):2733–49.
 27. Nunes ÂA, Favaro SP, Miranda CHB, Neves VA. Preparation and characterization of baru (*Dipteryx alata* Vog) nut protein isolate and comparison of its physico-chemical properties with commercial animal and plant protein isolates. *J Sci Food Agric*. 2017;97(1):151–7.
 28. Romero-Rodríguez MC, Maldonado-Alconada AM, Valledor L, Jorriñ-Novó J V. Back to osborne. Sequential protein extraction and lc-ms analysis for the characterization of the holm oak seed proteome. *Methods Mol Biol*. 2014;1072:379–89.
 29. Aracava KK, Capellini MC, Gonçalves D, Soares ID, Margoto CM, Rodrigues CEC. Valorization of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) processing chain: Technological properties of defatted nut flour and oil solubility in ethanol and

- isopropanol. *Food Chem.* 2022 Jul;383:132587.
30. Chañi-Paucar LO, Osorio-Tobón JF, Johner JCF, Meireles MAA. A comparative and economic study of the extraction of oil from Baru (*Dipteryx alata*) seeds by supercritical CO₂ with and without mechanical pressing. *Heliyon.* 2021 Jan;7(1):e05971.
 31. Fetzter DL, Cruz PN, Hamerski F, Corazza ML. Extraction of baru (*Dipteryx alata* vogel) seed oil using compressed solvents technology. *J Supercrit Fluids* [Internet]. 2018;137:23–33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2018.03.004>
 32. Araújo JMA. *Química de Alimentos. Teoria e Prática.* 6^a. Viçosa: Editora UFV; 2015. 668 p.
 33. Rovere BO, Rodrigues JH, Teleken JG. Redução do índice de acidez através da neutralização e esterificação para produção de biodiesel. *Brazilian J Dev* [Internet]. 2020;6(5):24678–86. Available from: <http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/9580/8059>
 34. Siqueira APS, Castro CF de S, Silveira EV, Lourenço MF de C. Chemical quality of Baru almond (*Dipteryx alata* oil). *Cienc Rural.* 2016;46(10):1865–7.
 35. Cruz KS da. *Dipteryx alata.* In Araraquara: 2010; 2009. p. 541–52.
 36. Santos FB dos, Ramos MIL, Miyagusku L. Antimicrobial activity of hydroalcoholic extracts from genipap, baru and taruma. *Ciência Rural.* 2017;47(8):6–11.
 37. Camargo LVE, Moreno IF, Teixeira PCM, Zuniga ADG. HIDRÓLISE ÁCIDA DA FARINHA DO MESOCARPO DO BARU (*Dypterix alata* Vog) VISANDO A OBTENÇÃO DE BIOETANOL. 2017;38–40.
 38. Soares Júnior MS, Caliarí M, Torres MCL, Vera R, Teixeira J de S, Alves LC. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Pesqui Agropecuária Trop.* 2007;37(1):51–6.

Capítulo 20

HAMBÚRGUER BOVINO ADICIONADO DE INULINA COMO INGREDIENTE PREBIÓTICO E SUBSTITUTO DE GORDURA

Raimundo Bernadino Filho *; Marcela Nobre Oliveira ; Ubieli Alves Araújo Vasconcelos 

*Autor correspondente (Corresponding author) – E-mail: raimundo.bfh@gmail.com

Resumo: A demanda dos consumidores por produtos que sejam saborosos, visualmente atrativos e que, ao mesmo tempo visem à saúde e o bem-estar, é um desafio para a indústria de alimentos. Esta pesquisa avaliou a viabilidade da elaboração de hambúrgueres bovino com adição de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura. Foram elaboradas três formulações: F1 – com gordura, sem inulina; F2 – com 50% de gordura e 50% de inulina e F3 – com 100% inulina, sem adição de gordura. Os hambúrgueres formulados foram submetidos à avaliação microbiológica, física e físico-química. Todas as amostras atenderam aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente no Brasil, estando adequadas para consumo. No que se refere aos resultados das análises físico-químicas, os valores de pH e cinzas não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras. A umidade variou entre 59,99 a 62,19%, já, o teor de proteínas variou de 15,80 a 17,28%, atendendo o regulamento técnico de identidade e qualidade do produto. O teor de lipídios variou de 1,54 a 5,57%, sendo as amostras classificadas como alimento de baixo teor e teor reduzido de gordura, respectivamente. Na análise física comprovou-se que a adição de inulina melhorou a retenção de água nos hambúrgueres. A adição de inulina pode ser uma alternativa para a redução de gordura em hambúrguer bovino, sem prejudicar suas características de qualidade físico-química e microbiológica, além de produzir um produto com possíveis propriedades funcionais.

Palavras-chave: Fibra alimentar; Alimento funcional; Produtos cárneos; Substituição de gordura; Análise sensorial.

INTRODUÇÃO

O papel cada vez mais influente da indústria de alimentos sobre a dieta e estilo de vida da população vem acompanhado do desafio de atender a demanda dos consumidores por produtos que sejam saborosos, visualmente atrativos e que, ao mesmo tempo, visem à saúde e o bem-estar. Entre esses alimentos estão aqueles que podem ser denominados funcionais por resultarem em benefícios clínicos ou de saúde comprovada, além dos efeitos nutricionais conhecidos (1).

Os alimentos funcionais possuem potencial para promover a saúde através de mecanismos não previstos na nutrição convencional, devendo ser salientado que esse efeito se restringe à promoção da saúde e não a cura de doenças (2). A crescente demanda por esse tipo de alimento pode advir do aumento nos custos da saúde, da crescente expectativa de vida e também do desejo das pessoas melhorarem a sua qualidade de vida (3). O conceito de alimentos funcionais precisa ser incorporado, com urgência, no segmento cárneo, para permitir apelos saudáveis e aumentar o valor agregado, através de reformulações consistentes e com comprovação científica (1).

Dentre os alimentos funcionais atualmente utilizados em produtos cárneos, podemos destacar a inulina, que é uma fibra dietética solúvel, com baixo valor calórico, extraída comercialmente da raiz da chicória. É considerado um ingrediente prebiótico, uma vez que não é digerível e estimula seletivamente a multiplicação e a atividade de bactérias intestinais consideradas benéficas (1).

Entre os produtos cárneos mais consumidos mundialmente temos o hambúrguer, que é um alimento obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado. Trata-se de um produto que pode ser produzido cru, semi-frito, cozido, frito, congelado ou resfriado. O produto será designado de hambúrguer ou hamburger, seguido do nome da espécie animal, acrescido ou não de recheio, seguido das expressões que couberem (3).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer, o produto pode apresentar um teor máximo de gordura de 23%, máximo de 3% de carboidratos totais e um teor mínimo de proteína de 15%. Alguns ingredientes podem ser acrescentados na formulação do hambúrguer, eles são denominados como ingredientes opcionais tais como, gordura animal, gordura vegetal, proteínas de origem animal e/ou vegetal, leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, vegetais e queijos (4).

Cyrino e Barreto (5) relatam algumas razões para se utilizar fibras em produtos cárneos: ingredientes que promovem benefícios à saúde, possuem baixos valores calóricos, podem ser utilizados como substitutos parciais de gorduras, possuem excelente capacidade de retenção de água, odor neutro, favorecem o fatiamento de produtos e constituem-se em ingredientes com propriedades funcionais reconhecidas. Considera-se que a adição de fibras alimentares em alimentos consumidos frequentemente como os produtos cárneos podem ajudar a aumentar a ingestão diária de fibras (1).

A partir do contexto apresentado, a redução do teor de gordura e adição de ingredientes funcionais em produtos cárneos largamente consumidos (como o hambúrguer), apresenta-se como tendência no desenvolvimento de produtos na indústria de carnes. O presente trabalho objetivou a elaboração e a avaliação microbiológica, físico-

química e física de hambúrguer bovino com adição de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura na qualidade global do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em duas etapas. Na primeira, foi desenvolvida a formulação e a elaboração do hambúrguer bovino com baixo teor de gordura, adicionado de inulina. Na segunda etapa, realizou-se uma avaliação da qualidade microbiológica e a caracterização físico-química e física dos hambúrgueres formulados.

Matéria-prima e insumos

A matéria-prima utilizada foi carne bovina, corte acém – carne magra do dianteiro bovino, obtida em frigorífico na cidade de Sousa, Paraíba, onde foram retirados os ossos, os nervos e o excesso da gordura aparente. A carne foi devidamente coletada e conduzida em recipiente isotérmico ao Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal, UFCG/UATA/Pombal-PB, onde foi desenvolvido o produto.

Os ingredientes utilizados na formulação do hambúrguer bovino foram: proteína texturizada de soja, sal, alho em pó, pimenta branca, coentro e cominho em pó, manjericão, noz moscada, açúcar, glutamato monossódico, vinagre e água gelada. Todos esses ingredientes industrializados foram obtidos em supermercados da cidade de Sousa-PB. A inulina foi adquirida na farmácia de manipulação Dalissa, na cidade de Atibaia-SP, na forma de pó sem odor.

Elaboração das formulações de hambúrguer

Neste trabalho, três amostras de hambúrgueres bovinos (Tabela 1) foram formuladas e as variáveis referidas foram a adição de gordura suína e de inulina. A amostra F1 representa a formulação padrão, com gordura suína e sem adição de inulina; a F2 foi formulada com 50% de gordura suína e 50% de inulina; já na F3, não houve a adição de gordura suína, sendo 100% desta substituída por inulina.

Tabela 1 - Matéria-prima e ingredientes utilizados para a formulação dos hambúrgueres

Matéria-prima/Insumos	Formulações		
	F1 (%)	F2(%)	F3 (%)
Carne bovina (acém)	74	74	74
Gordura suína	4,66	2,33	-
Água gelada	4,66	4,66	4,66
PTS	9,32	9,32	9,32
Inulina	-	2,33	4,66
Sal	1,44	1,44	1,44
Alho em pó	0,9	0,9	0,9
Cebola em pó	0,9	0,9	0,9
Pimenta branca	0,04	0,04	0,04
Coentro + cominho	0,4	0,4	0,4
Manjericão	0,1	0,1	0,1
Noz moscada	0,1	0,1	0,1
Açúcar	0,3	0,3	0,3

Glutamato monossódico	2,6	2,6	2,6
Vinagre	0,4	0,4	0,4
Total	100	100	100

Para a formulação dos hambúrgueres, a carne bovina foi triturada em moedor de carnes, com disco de 5mm. Após a moagem, os ingredientes foram misturados à carne manualmente. Em seguida, toda a massa foi prensada e modelada em hamburgueira manual de 10 cm de diâmetro, obtendo-se hambúrgueres com peso líquido de 70g cada. Os hambúrgueres foram acondicionados em sacos de polietileno e armazenados em freezer vertical a -5°C , por dois dias. Após esse período de armazenamento, amostras foram coletadas para a realização das análises microbiológicas, físicas e físico-químicas. Para os testes sensoriais, as amostras foram coletadas após sete dias de estocagem. A Figura 1 mostra o fluxo da elaboração dos hambúrgueres e a Figura 2 as imagens das formulações obtidas.

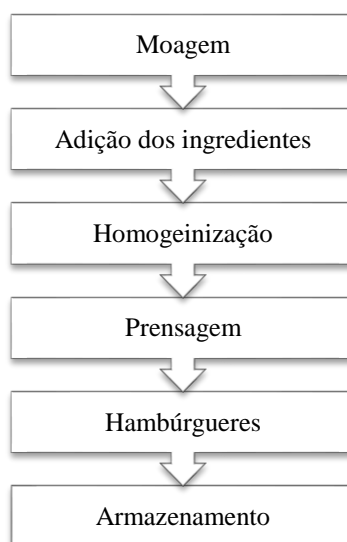


Figura 1 - Fluxo do processo de elaboração de hambúrguer

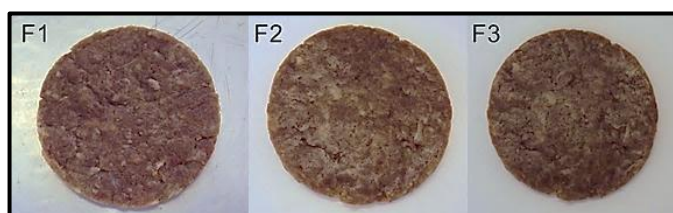


Figura 2 - Amostras de hambúrgueres desenvolvidas. F1: com gordura, sem inulina; F2: contém 50% de gordura e 50% de inulina; F3: sem adição de gordura e 100% de inulina.

Fonte: O Autor, 2022

Análises microbiológicas

Como discriminado na Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019, para carne e produtos cárneos foi necessário realizar as análises de *Salmonella sp*/25 g., coliformes a 45°C /g e *Staphylococcus* coagulase positiva/g (6).

Análises físico-químicas

As análises físico-químicas de teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e pH, foram realizadas em triplicatas, seguindo a metodologia do Instituto Adolf Lutz (7). O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico, com secagem em estufa a 105°C. As cinzas foram determinadas pelo método gravimétrico, após a incineração da matéria orgânica em forno mufla a 550°C. As proteínas totais foram determinadas pelo Método de Kjeldahl, que se baseia na determinação do nitrogênio total e utilizando fator de 6,25 para conversão em proteínas. Já determinação de lipídios foi realizada pelo método de extração Soxhlet na presença de hexano, na qual o solvente orgânico (hexano) extrai os lipídeos que são quantificados através da pesagem do resíduo após a eliminação daquele solvente.

Análises físicas

O percentual de rendimento dos hambúrgueres foi calculado pela diferença entre o peso da amostra crua e depois do cozimento, de acordo com Berry (8).

$$\% \text{ rendimento} = \frac{\text{Peso da amostra cozida}}{\text{Peso da amostra crua}} \times 100$$

A capacidade de retenção de água (CRA) foi calculada de acordo com Troy, Desmond e Buckey (9).

$$\% \text{ CRA} = 1 - \frac{A - D}{U} \times 100$$

Onde:

A = peso da amostra (g) antes do aquecimento;

D = peso da amostra (g) após aquecimento e centrifugação;

U = Total de água na amostra (%) (baseada na umidade do hambúrguer).

A porcentagem de encolhimento foi determinada segundo Berry (8), de acordo com a equação:

$$E = \frac{(D_{c1} - D_{c2})}{D_{c1}} \times 100$$

Onde:

E = % encolhimento

DC1 = Diâmetro da amostra crua

DC2 = Diâmetro da amostra cozida

Análise estatística

Nos dados gerados das análises físico-químicas e físicas dos hambúrgueres formulados, foram calculados as médias e os desvios padrões e realizada a Análise de Variância (ANOVA), posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, pelo programa software ASSISTAT, versão 7.6 (10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises microbiológicas

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas dos hambúrgueres bovinos padrão e adicionados de inulina estão descritos na Tabela 2. De acordo com esses resultados, os hambúrgueres formulados estavam dentro dos padrões aceitáveis para consumo humano, de acordo com a Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (6), podendo ser empregados na análise sensorial.

Tabela 2 - Médias dos resultados das análises microbiológicas dos hambúrgueres bovinos padrão e adicionados de inulina em substituição a gordura

Análises	Formulações			Tolerância máxima ¹
	F1	F2	F3	
<i>Salmonella sp.</i> / 25 g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus coagulase positiva</i> /g (UFC/g) ²	4,0 x 10 ²	4,2 x 10 ²	4,1 x 10 ²	5 x 10 ³
Coliformes a 45 °C/g (NMP/g) ³	2,3 x 10 ²	3,6 x 10 ²	2,1 x 10 ²	5 x 10 ³

¹ Tolerância máxima - Determinação preconizada pela Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019⁽⁶⁾. ² UFC/g - Unidade formadora de colônia por grama. ³ NMP/g - número mais provável por grama. Nota: F1 (com gordura suína e sem adição de inulina); F2 (50% de gordura suína e 50% de inulina); F3 (sem adição de gordura suína e com adição de inulina).

Como se pode observar na Tabela 2, em nenhuma das amostras foi verificada a presença de *Salmonella sp.* A contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* variou de 4,0 x 10² a 4,2 x 10² UFC/g e a de Coliformes termotolerantes apresentou-se entre 2,1 x 10² a 3,6 x 10² NMP/g. Todas as amostras encontraram-se com contagens abaixo do máximo estabelecido pela legislação vigente.

Marques (11) encontrou resultados idênticos ao desta pesquisa para *Salmonella sp.* (ausente/25g) e valores inferiores para Coliformes a 45°C (2,3 X 10 a 9,3 X 10 NMP/g), quando avaliou a qualidade microbiológica de hambúrgueres bovinos adicionados de farinha de aveia como substituto de gordura. Os resultados encontrados nesta pesquisa evidenciam a boa qualidade higiênico-sanitária durante o processamento.

Análises físico-químicas

Como pode ser observado (Tabela 3), os valores de pH das amostras estudadas não diferiram significativamente entre si. Terra e Brum (12) mencionam que valores de pH entre 5,8 e 6,2 indicam que a carne está aceitável para o consumo; carne com pH 6,4 é recomendada apenas para o consumo imediato; e que pH acima de 6,4 indica início de decomposição neste produto. Sendo assim, os hambúrgueres de carne bovina padrão e adicionados de inulina aqui estudados apresentaram-se com o pH dentro desses limites da normalidade.

Tabela 3 – Médias e desvios padrões dos resultados das análises físico-químicas dos hambúrgueres bovinos padrão e adicionados de inulina em substituição a gordura

Variáveis	Formulações		
	F1	F2	F3

pH (g/100g)	6,15 ± 0,01 ^a	6,13 ± 0,01 ^a	6,13 ± 0,02 ^a
Umidade (g/100g)	62,19 ± 0,24 ^a	61,79 ± 0,37 ^a	59,99 ± 0,20 ^b
Proteínas (g/100g)	15,80 ± 0,20 ^b	15,94 ± 0,24 ^b	17,28 ± 0,26 ^a
Lipídeos (g/100g)	5,07 ± 0,14 ^a	2,41 ± 0,16 ^b	1,54 ± 0,31 ^c
Cinzas (g/100g)	3,72 ± 0,10 ^a	3,71 ± 0,11 ^a	3,59 ± 0,01 ^a

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Nota: F1 (com gordura suína e sem adição de inulina); F2 (50% de gordura suína e 50% de inulina); F3 (sem adição de gordura suína e com adição de inulina).

Houve uma diferença significativa entre os teores de umidade da formulação F3 com as demais formulações dos hambúrgueres analisados. Esses resultados apresentaram-se quantitativamente inferiores aos reportados por Seabra et al. (13) que usaram fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. Menores teores de umidade já eram esperados para as formulações F2 e F3, em virtude da adição de inulina, pois esta fibra atua ligando água, auxiliando no controle da umidade.

Em relação ao teor de proteína, foi encontrada diferença significativa entre a formulação F3 com os demais tratamentos. Houve uma variação entre 15,80 a 17,28%, atendendo o regulamento técnico de identidade do produto (4), o qual cita teor mínimo de 15% de proteína no produto final. Siqueira (14) encontrou teores de proteínas na faixa de 17,8 a 19,5% no desenvolvimento de um hambúrguer bovino com baixo teor de gordura, utilizando proteína de soja com amido modificado, estando próximos aos teores encontrados neste trabalho.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer do Ministério da Agricultura preconiza como características físico-químicas do produto, máximo de 23% de gordura (4). Na Tabela 3, pode-se verificar que todas as amostras de hambúrguer estão de acordo com a legislação quanto aos teores de lipídios. Esses teores de lipídios encontrados apresentaram diferença esperada entre as amostras a nível de 5% de significância, visto que intencionalmente houve a substituição de 50% da gordura suína em F2 e 100% desta em F3 pela inulina.

Os níveis de gordura nos hambúrgueres contendo 50% de inulina e 50% de toucinho (F2 = 2,41%) foram semelhantes aos encontrados por Marques (11), que estudou o efeito da adição de 12,25% de farinha de aveia como substituto de gordura em hambúrguer de carne bovina, encontrando 2,45% de gordura nos produtos crus. Já os níveis de gordura dos hambúrgueres sem adição de toucinho e com 100% de inulina (F3) foram, conseqüentemente, inferiores a esses resultados encontrados por Marques (13).

A Portaria 234 de 21/05/1996 do Ministério da Saúde (15), define como “reduzido em gordura”, o produto que apresenta uma redução mínima de 25% de gordura quando comparado ao produto convencional e “baixo em gordura”, quando o teor de gordura for menor que 3%, nos produtos sólidos. No presente trabalho, poder-se-ia classificar os hambúrgueres formulados adicionados de inulina (F2 e F3) como alimentos de “baixo teor de gordura” de acordo com a legislação vigente.

Nos resultados da determinação de cinzas, não foi encontrado diferença significativa ($p < 0,05$), entre as amostras (Tabela 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Marques (11), quando avaliou o efeito da adição de farinha de aveia como substituto de gordura em hambúrguer de carne bovina. Valores inferiores ao desta

pesquisa foram reportados por Seabra et al. (13) que usaram fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina.

Análises físicas

De acordo com a Tabela 4, pode-se observar que a formulação F1, sem adição de inulina, apresentou o menor rendimento (69,83%). Já as formulações adicionadas de inulina (F2 e F3) apresentaram rendimentos maiores, não diferindo estatisticamente entre si. Portanto a inulina contribuiu para uma maior retenção de água. Isto se dá devido a estrutura química hidroxilada da fibra inulina.

Tabela 4 – Médias e desvios padrões dos resultados das propriedades físicas dos hambúrgueres bovinos padrão e adicionados de inulina em substituição a gordura

Variáveis	Formulações		
	F1	F2	F3
Rendimento na Cocção (%)	69,83 ± 0,46 ^b	71,52 ± 0,40 ^a	72,44 ± 0,48 ^a
Porcentagem de encolhimento (%)	13,27 ± 0,30 ^a	11,03 ± 0,12 ^c	11,96 ± 0,05 ^b
Capacidade de retenção de água (%)	67,66 ± 0,47 ^c	70,33 ± 0,47 ^b	71,86 ± 0,19 ^a

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Nota: F1 (com gordura suína e sem adição de inulina); F2 (50% de gordura suína e 50% de inulina); F3(sem adição de gordura suína e com adição de inulina).

Foram observados menores valores de encolhimento na cocção nas formulações adicionadas de inulina (F2 e F3). Marques (11) verificou que formulações de hambúrgueres bovinos adicionados de farinha de aveia como substituto de gordura apresentaram menores taxas de encolhimento. No presente estudo, a porcentagem de encolhimento para as formulações F2 e F3 foram de 11,03 e 11,96%, respectivamente. Isto mostra que a substituição de gordura nas formulações pela inulina, diminuiu a taxa de encolhimento do produto. Resultados encontrados em pesquisa realizada por Seabra et al. (15), a porcentagem de encolhimento em formulações de hambúrgueres ovino adicionadas de fécula de mandioca e farinha de aveia foram de 15,47 e 15,45%, sendo maior que o encontrado nesta pesquisa.

As formulações adicionadas de inulina apresentaram maior capacidade de retenção de água do que a formulação sem adição de inulina. Uma maior capacidade de retenção de água proporciona um melhor rendimento do produto, como pode ser observado nesta pesquisa.

CONCLUSÕES

Todos os tipos de hambúrgueres estavam aptos para consumo sob o aspecto microbiológico. As formulações com adição de inulina (F2 e F3) podem ser classificados como alimentos de "baixo teor de gordura" de acordo com a legislação vigente no Brasil.

Os hambúrgueres formulados apresentaram características que atenderam às necessidades nutricionais de proteínas e lipídios, conforme exige a legislação brasileira.

A adição de inulina foi eficaz, sendo uma alternativa para a redução de gordura em hambúrguer bovino, sem prejudicar suas características de qualidade, além de

produzir um produto com um potencial ingrediente funcional que pode proporcionar benefícios para saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS

1. Saad, S.M.I.; Cruz, A.G.; Faria, J.A.F. Probióticos e Prebióticos em Alimentos: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas. São Paulo: Editora Varela, 2011.
2. Roberfroid, M.B. Inulin-type fructans: functional food ingredients. *Journal of Nutrition*. 2007;137: 2493 - 2502.
3. Siró, I.; Kápolna, B.; Lugasi, A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance – A review. *Appetite*, 2008; 51: 456 – 467.
4. Ministério da Saúde (BR). Portaria SDA N° 420, de 15 de outubro de 2021. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. Requisitos de Identidade e Qualidade do Hambúrguer. *Diário Oficial União* 15 de outubro de 2021.
5. Cyrino, N.A.; Barretto, A.C.S. O que a Vitacel pode fazer aos seus embutidos. *Revista Nacional da Carne*.2006; 352: 110 – 111.
6. Ministério da Saúde (BR). Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial União* 22 de setembro de 2020.
7. Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
8. Berry, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking and chemical properties of ground beef patties. *Journal of Food Science*. 1997; 57: 537-540.
9. Troy, D. J.; Desmond, E. M.; Buckley D. J. Earing quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. *Journal Science Food Agriculture*. 1999; 79: 507-516.
10. Silva, F. A. S. E.; Azevedo, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. Journal of Agricultural Science*. 2016;11: 3733-3740.
11. Marques, J. M. Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia [Mestrado]. Paraná: Universidade Federal do Paraná; 2007.
12. Terra, N. N.; Brum, M. A. R. Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade. São Paulo: Nobel, 1988.
13. Seabra, L. M.; Zapata, J.F.F.; Nogueira, C.M.; Dantas, M.A.; Almeida, R.B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substituinte de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2002; 22: 245- 248.
14. Siqueira, P.B. Desenvolvimento e Aceitação de Hambúrguer com Baixo Teor de Gordura. *Food Ingredients*. 2001;14: 74-77.

15. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 234 de 21 de maio de 1996. Normas técnicas referentes a alimentos para fins especiais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 27 de maio de 1996.

Capítulo 21

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA E CIENTÍFICA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS NA FORMA DE BARRA DE CEREAL SABOR UMBU

Lindalva de Moura Rocha *; Wesley Fernandes Araújo ; Maria Eduarda
Morais Silva ; Gabriela Almeida de Paula 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
lindalva.nutri.ufpi@gmail.com

Resumo: O mercado de barras de cereais tem proporcionado a diversificação de sabores à indústria alimentícia, em especial a aplicação de frutos, a fim de atender as necessidades do consumidor, pois esses produtos alimentícios representam uma alternativa de complemento alimentar, além de facilitar a praticidade o que beneficia o mercado deste setor. O umbu (*Spondias tuberosa*) é uma espécie nativa do Nordeste brasileiro, os frutos do umbuzeiro apresentam um grande potencial econômico para a Região. Sua polpa tem ação energética e é rica em hidratos de carbono e vitaminas B e C. Seu uso culinário abrange o fruto maduro e verde sendo empregado amplamente na indústria alimentícia. Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi realizar uma prospecção tecnológica e científica de alimentos funcionais na forma de barra sabor umbu. A busca de patentes depositadas foi realizada nas bases de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), *European Patent Convention (EPO)*, *The United States Patent and Trademark Office (USPTO)* e *World Intellectual Property Organization (WIPO)*, enquanto a pesquisa por artigos científicos foi realizada na *Scopus* e na *Web of Science*, utilizando os descritores “*food bar*”, “*cereal bars*”, “*food bar and umbu*” e “*cereal bars and umbu*”. Com os resultados, conclui-se que, em se tratando de barras de cereal sabor umbu, não há nenhuma patente depositada nas diferentes bases pesquisadas e apenas 1 artigo na *Scopus* o que demonstra um possível potencial para desenvolvimento deste produto.

Palavras-chaves: barra alimentar; nutritivo; patente; sabor umbu.

INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia vem despertando no consumidor a preocupação em ter uma dieta balanceada e saudável, nessa busca por uma vida mais saudável levam os consumidores a pesquisarem por produtos mais leves e naturais, como as barras de cereais (1).

Feitas a partir da compactação de frutas desidratadas e de cereais, as barras alimentares vêm se apresentando como alternativas de complemento alimentar, devido à sua praticidade, sabor e ao seu valor nutricional. As barras atingiram grande popularidade, visto a ocorrência da associação do seu consumo a prática de uma alimentação saudável, e por isso esses produtos apresentam uma forte tendência, o que beneficia o crescimento do mesmo no mercado alimentício (2).

No Brasil, o consumo de barras de cereal por ano é de aproximadamente US\$ 4 milhões, já nos Estados Unidos o consumo é de US\$ 2,9 bilhões, com um crescimento de 40% nos últimos dois anos (3), e o que explica o crescimento no segmento de barra de cereais nos Estados Unidos, a partir da última década, são os produtos inovadores e com foco em conveniência e saúde (4).

Existe a possibilidade de pelo menos quatro tipos de barras: as fibrosas, na qual possuem altos níveis de glicose e de fibras, contribuindo com um nível considerável de energia, sendo recomendado o seu consumo após a prática de atividades físicas, além de serem dietéticos, com menos calorias e gorduras, não contendo açúcar, sendo indicadas para aqueles que possuem diabetes ou desejam manter uma dieta com baixos níveis energéticos, as energéticas que são muito calóricas, de fácil absorção, não sendo recomendadas para pessoas sedentárias e as proteicas, sendo essa indicada para quem deseja ganhar massa muscular, devido ao seu alto valor proteico e um teor menor de lipídios (5).

A principal dificuldade para a formulação de uma barra de cereal reside na combinação dos diversos ingredientes com funcionalidades específicas, que possam proporcionar uma boa aceitação sensorial, quanto aos aspectos sabor, textura e aparência, além de atingir objetivos nutricionais específicos, em virtude dessa dificuldade a maioria dos processos de formulação de barras de cereais são patenteados. Dessa forma, o mercado de barras de cereais tem proporcionado a diversificação de sabores à indústria alimentícia, em especial a aplicação de frutos, a fim de atender as necessidades do consumidor, pois esses produtos alimentícios representam uma alternativa de complemento alimentar, além de facilitar a praticidade o que beneficia o mercado deste setor (6).

O umbu (*Spondias tuberosa*) é uma espécie nativa do bioma Caatinga, com grande representatividade econômica e cultural para as populações do semiárido Nordeste brasileiro, consumida principalmente na forma in natura, polpa, preparado como refresco e sorvete, possui grande produção de frutos com alto valor comercial, podendo ser uma planta frutífera de muita importância econômica para o Nordeste. Sua polpa tem ação energética e é rica em hidratos de carbono e vitaminas B e C. Seu uso culinário abrange o fruto maduro e verde sendo empregado amplamente na indústria alimentícia (6).

E, como alternativa de sabor, tem-se os frutos do umbuzeiro que é uma fruteira nativa do Nordeste brasileiro, com grande potencial de exploração agroindustrial nas formas de licor, iogurte, doces, compotas, sorvetes, picolés, refrescos, calda para refrescos, vinagre, vinho, batidas, geleia, umbu cristalizado e polpa congelada (8, 9, 10,

11, 12). O aproveitamento do umbu na elaboração de barra de cereais contribui, portanto, para a ampliação de seu uso na indústria alimentícia (13).

Aliado ao sabor do umbu tem-se, ainda, para a população diabética, que necessita seguir uma dieta restrita em açúcares ou para indivíduos que mantêm uma dieta para perda ou redução de peso, a opção de alimentos com a adição de edulcorantes que são substâncias consideradas não calóricas por não serem metabolizadas pelo organismo ou pelo fato de serem utilizadas em quantidades que tornam insignificante a contribuição energética (14, 15).

Nesse contexto, o objetivo principal desse trabalho foi realizar uma prospecção tecnológica e científica de alimentos funcionais na forma de barra sabor umbu, no sentido de mapear as pesquisas já desenvolvidas sobre o tema nos bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais nos últimos anos.

MATERIAL E MÉTODOS

A prospecção foi realizada com base nos pedidos de patentes depositados no *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), na *World Intellectual Property Organization* (WIPO) no *European Patent Office* (EPO), e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI). Os artigos foram pesquisados nos bancos de dados da *SciVerse Scopus* (SCOPUS) e *Web of Science*. Destaca-se que a pesquisa foi realizada no início de maio de 2022 e foram utilizadas como palavras-chave os termos: "food bar" ou "barra alimentar", "Cereal bars" ou "barra de cereais", "food bar and umbu" ou "barra alimentar e umbu" e, por fim, utilizou-se o termo "cereal bars and umbu" ou "barra de cereais e umbu", usando o operador booleano "AND" nas buscas dos termos.

Os termos em inglês foram utilizados para as bases internacionais, enquanto que os termos em português foram utilizados para a busca de documentos em base nacional, sendo considerados válidos os documentos que apresentassem esses termos no título e/ou resumo e/ou palavras-chaves. Foram analisados todos os pedidos de patente existentes até o presente momento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa pesquisa, realizou-se uma prospecção tecnológica e científica para sistematizar e mapear o desenvolvimento científico e tecnológico capazes de influenciar de forma significativa a indústria. Além do número de patentes, a Tabela 1 apresenta as quantidades de artigos publicados a partir dos descritores pesquisados na base de dados consultadas.

Tabela 1 - Número de patentes depositadas e artigos publicados em base de dados envolvendo os diferentes termos utilizados.

Palavras-chave	Patente				Artigos	
	USPTO	WIPO	EPO	INPI	SCOPUS	Web of Science
<i>Food bar</i>	566	7.612	1.645	7	5.173	9.475
<i>Cereal bars</i>	389	295	1.581	17	552	597
<i>Food bar and umbu</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Cereal bars and umbu</i>	0	0	0	0	1	0

Fonte: Autoria própria (2022).

As patentes depositadas no WIPO (Tabela 1), em que foram utilizadas as palavras chaves “*food bar*” totalizaram em 7.612 patentes depositadas. Utilizando a mesma palavra chave “*food bar*”, foram obtidas obteve-se apenas 7 patentes localizadas no INPI (Tabela 1). Dessas 7 patentes 2 estão classificadas, de acordo com a classificação Internacional de Patentes, na seção de operações de processamento e transporte (Seção B). As outras 5 estão na seção necessidades humanas (Seção A), sendo que 4 delas estão classificadas na subclasse A23L.

A primeira patente dessa subclasse depositada no INPI, está relacionada a uma invenção para uma barra nutricional para suplementação alimentar que é compreendido por uma associação dos seguintes ingredientes: albumina desidratada (1-95%), extrato de soja (1-95%), proteína texturizada da soja (1-95%), mel de abelhas (1-95%), cacau em pó, sabor natural de baunilha, estabilizante lecitina de soja, antioxidante ácido ascórbico, antioxidante DL alfa tocoferol (16).

A segunda e a quarta patente além de serem depositadas no INPI, também foram encontradas no PCT. A segunda apresenta um método para a produção de uma barra alimentar com maior vida de armazenamento, ao se adicionar amaciantes, tais como uma fibra solúvel, carboidrato altamente ramificado e/ou carboidrato indigerível ou pobremente digerível. Métodos são também proporcionados nessa patente para a produção de barras alimentares com maior teor proteico (17), e a quarta uma barra alimentar a ser usada para uma refeição que simula jejum intermitente inclui qualquer combinação de nozes de macadâmia; mel; nozes-pecã; amêndoas; manteiga de amêndoa; coco; inulina; sementes de linhaça; óleo de coco; derivados de cacau; e farinha de coco. Caracteristicamente, a barra alimentar de 40% ou mais gordura provê de 100 a 300 kcal, dos quais 40% de kcal são provenientes de gorduras e 10 a 30% de kcal são provenientes de carboidratos com menos de 10 gramas de proteína (18).

Já a terceira e última patente, refere-se ao invento de uma especialidade de barra alimentar desconhecida no estado da técnica. A inovação deste produto encontra-se na utilização de pólen apícola desidratado como matéria-prima alimentícia associado ao gergelim para a composição de uma barra alimentar com elevado teor proteico, que além de se apresentar como fonte natural de proteínas, somado também aos benefícios conferidos pelo mel (19).

Analisando os depósitos de pedidos de patentes na base mundial (*WIPO*), principalmente usando a palavra-chave “*Food bar*”, foram encontradas 7.612 patentes, e na Figura 1 há os registros entre os anos de 2013 a 2022

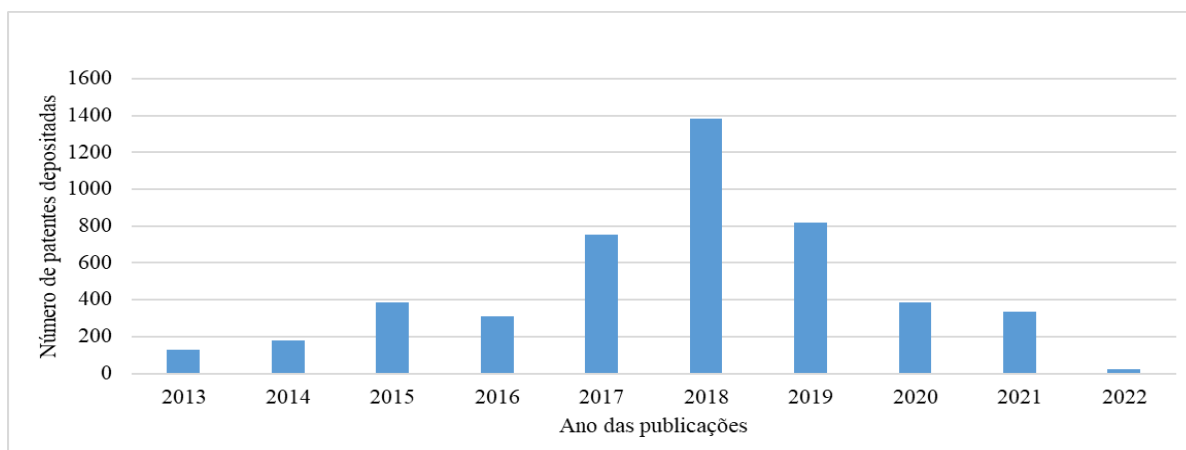


Figura 1 - Evolução anual de depósitos de patentes no banco mundial (*WIPO*), usando as palavras chave “*Food bar*”, no período 2013 a 2022.

Fonte: Autoria própria (2022).

Observou-se, na base *WIPO*, que a China é o país com a maioria absoluta de depósitos realizados, com 3.815, seguido pelos Estados Unidos (715), Coreia do Sul (579), Japão (439), Países do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes – PCT (360), Reino Unido (314), Instituto Europeu de Patentes - IEP (306), Rússia (180), Canadá (160) e Austrália (156).

Além disso, através da classificação internacional (CIP), as seções com mais depósitos foram a A23L (Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas), sendo 1.291 ao todo e a A47J (Equipamento de cozinha; moedores de café; moedores de especiarias; aparelhos para fazer bebidas), com 823 (Figura 2).

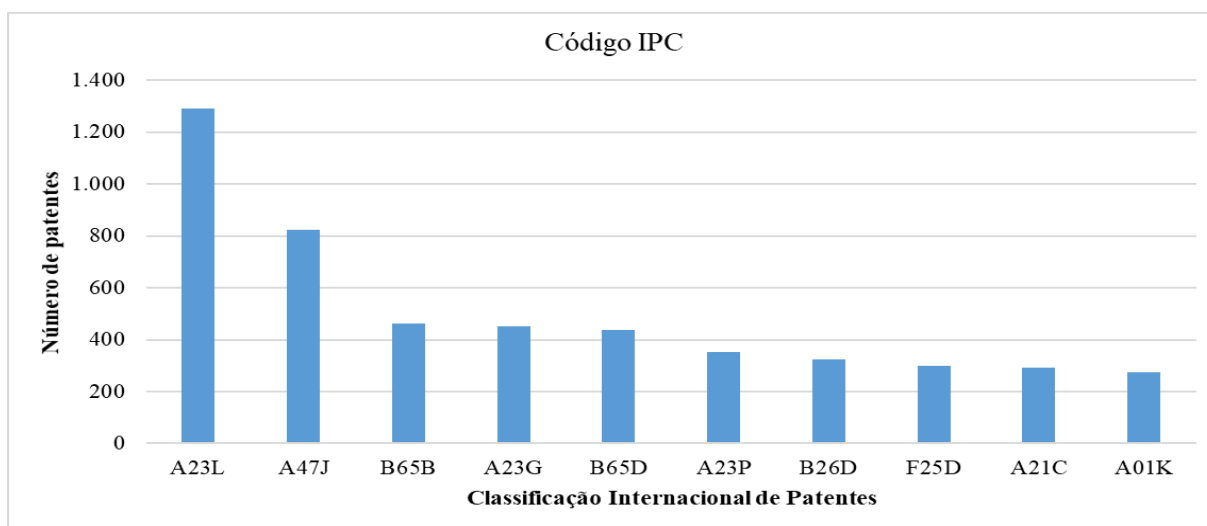


Figura 2 - Seção das patentes encontradas na *WIPO* pelo código IPC, usando as palavras chave “*Food bar*”.

Fonte: Autoria própria (2022).

Na Figura 3 está a relação da quantidade de itens publicados por ano, utilizando a palavra-chave “*Food bar*”, no período de 2013 a 2022 na base de dados *Web of Science* observa-se um crescimento anual, no qual constata-se que 2021, até o momento de realização da consulta, foi o ano com a maior quantidade, isto é, 832 publicações.

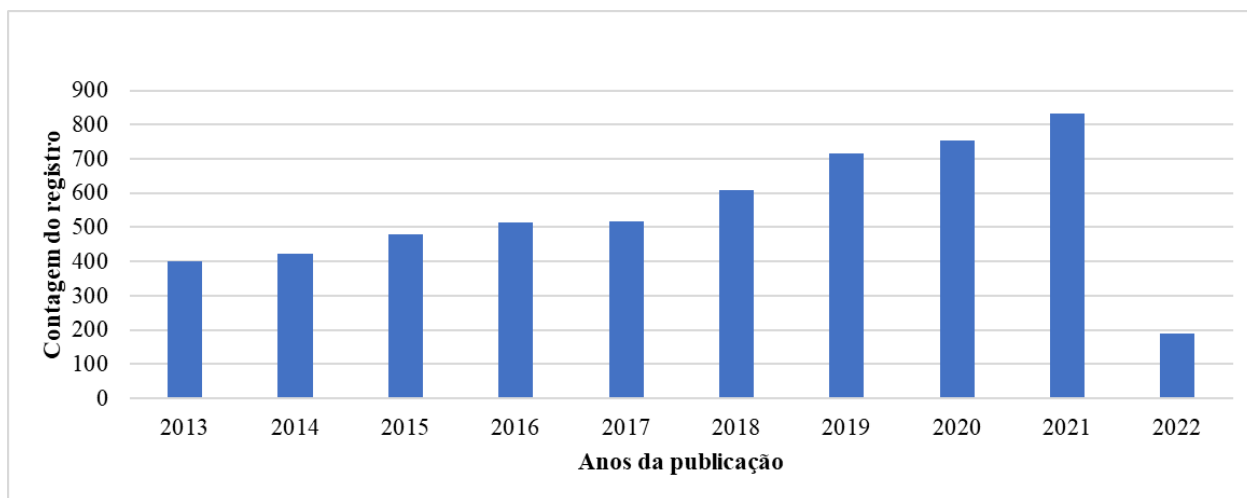


Figura 3 – Número de publicações para a “Food bar”, no período 2013 a 2022 na base *Web of Science*.
 Fonte: Autoria própria (2022).

Na Figura 4 está também relacionada a quantidade de itens publicados por ano, utilizando a palavra-chave “Food bar”. Entretanto, a pesquisa foi realizada na base de dados *Scopus*, entre os anos de 2013 e 2022, e neste, 2020 é o ano com mais publicações com 378 ao todo.

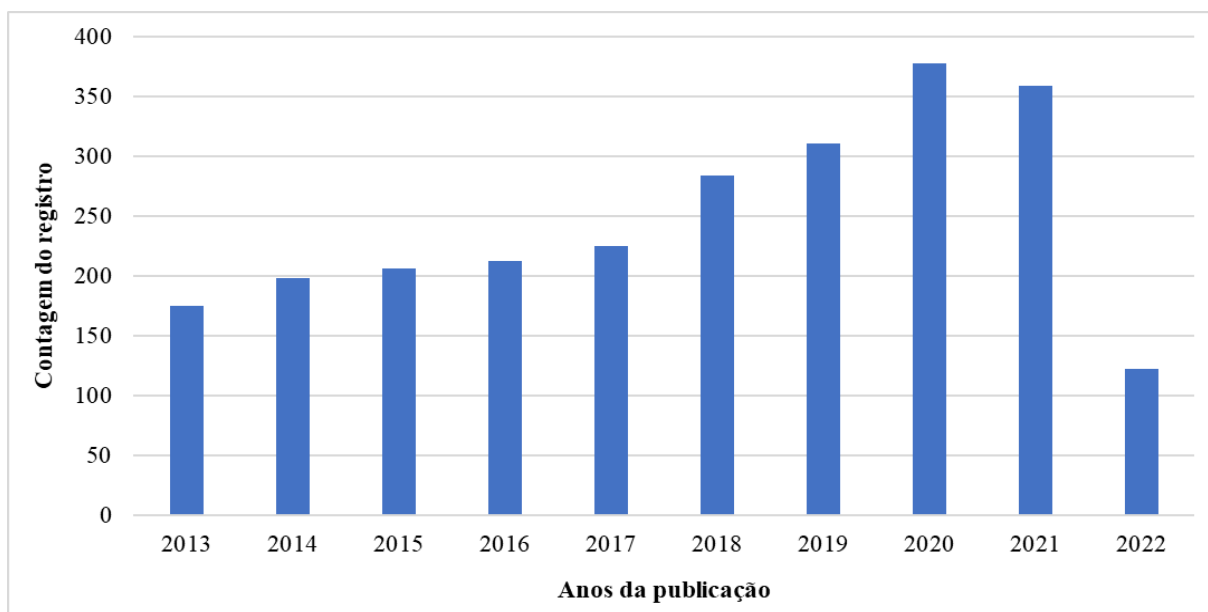


Figura 4 - Número de publicações para a palavra-chave “Food bar”, na base *Scopus*, no período 2011 a 2021.

Fonte: Autoria própria (2022).

A principal área de pesquisa dos artigos publicados na base de dados da *Web of Science* foi Ciência e Tecnologia de Alimentos, com 2.590 publicações seguido da área de Química (1.820), Engenharia (1.070) e por Agricultura (970), ao utilizar o descritor “Food bar”. Comparativamente, a principal área de pesquisa dos artigos publicados na

base de dados *Scopus*, foi de Ciências Agrícolas e Biológicas, com 1.845 publicações, seguido da área de Medicina (1.131) e da Química (921).

Ao utilizar o descritor “*Cereal bars*”, tem-se na Figura 5 a relação os depósitos de pedidos de patentes na base mundial (*WIPO*), durante o período de 2013 a 2021, no qual se constata que em 2018 houve a maior quantidade de depósitos, com 24 registros

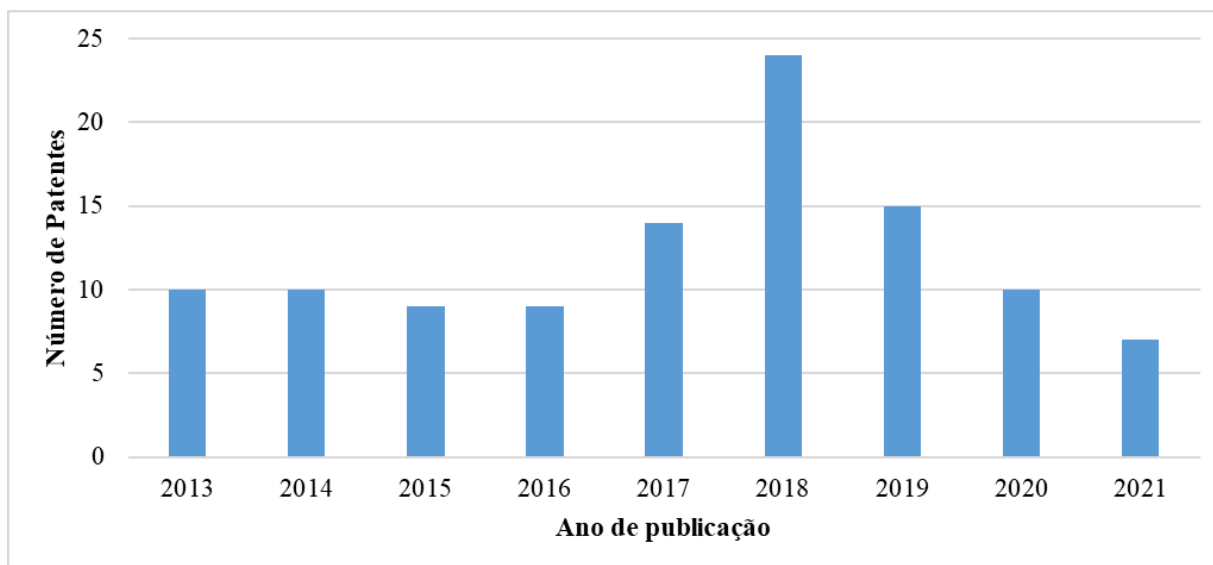


Figura 5 - Evolução anual de depósitos de patentes no banco mundial (*WIPO*), usando as palavras chave “*Cereal bars*”, no período 2013 a 2021.

Fonte: Autoria própria (2022).

Além disso, os Estados Unidos, com 52 patentes, são os maiores depositantes, sendo estes seguido pela China (38), Canadá (27), IEP (27), PCT (26), Austrália (20), Reino Unido (20), Rússia (19), México (10) e Japão (6).

Foi verificado, também, através da classificação internacional (CIP), que a seção com mais patentes depositada é a A23L (Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas), na qual se observa um total de 186 depósitos para este código e na sequência encontra-se a A23G (Cacau; produtos de cacau, por exemplo chocolate; substitutos de cacau ou produtos de cacau; confeitos; goma de mascar; sorvetes; preparações deles) com 40 patentes. Para os demais, observou-se que a quantidade de cada um foi inferior a 40.

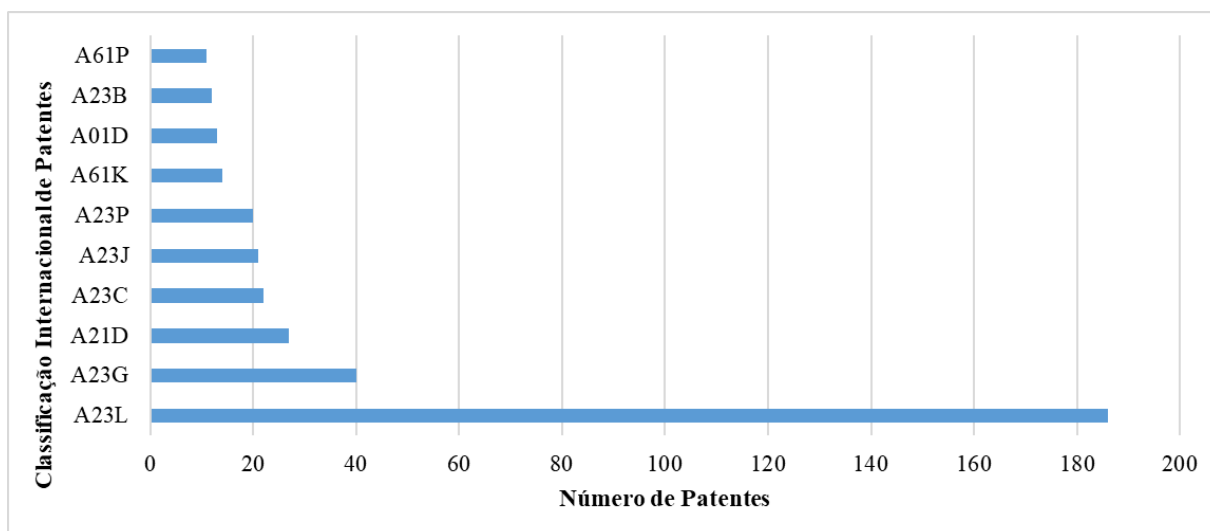


Figura 6 - Seção das patentes encontradas na *WIPO* depositadas por país, usando o termo “*Cereal bars*”.
 Fonte: Autoria própria (2022).

Na Figura 7 apresenta a relação entre a quantidade de itens publicados por ano, durante o período de 2012 a 2021, utilizando a palavra-chave “*Cereal bars*”, na base de dados *Web of Science*, sendo que 2021 concentra o maior número de publicações, com 53 registros.

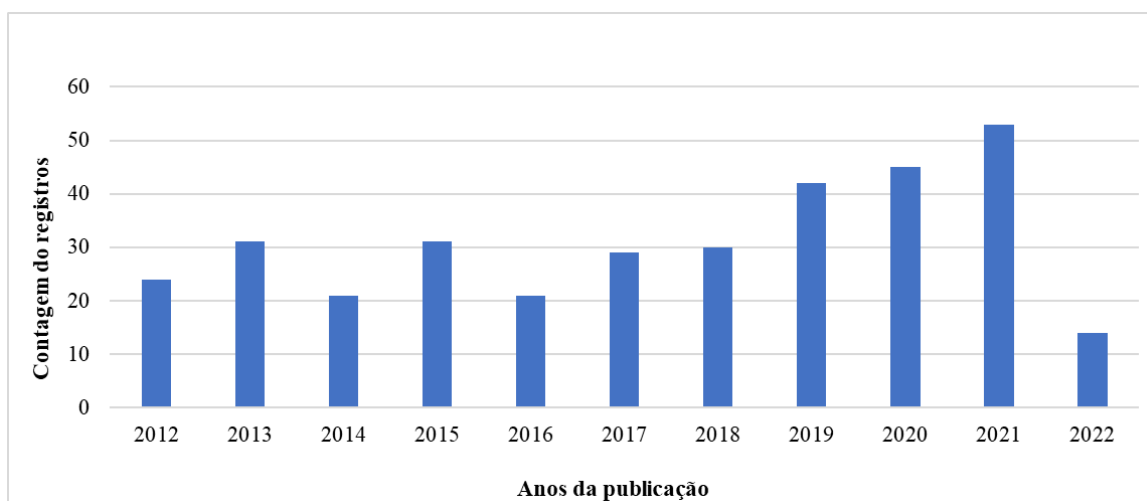


Figura 7 - Número de publicações para “*Cereal bars*”, no período de 2011 a 2021 na base *Web of Science*.
 Fonte: Autoria própria (2022).

Ainda, utilizando a mesma palavra-chave “*Cereal bars*”, e o mesmo banco de dados, observou-se que a área de concentração mais citada foi a de Ciência e Tecnologia de Alimentos, seguida da Nutrição dietética (Figura 8).

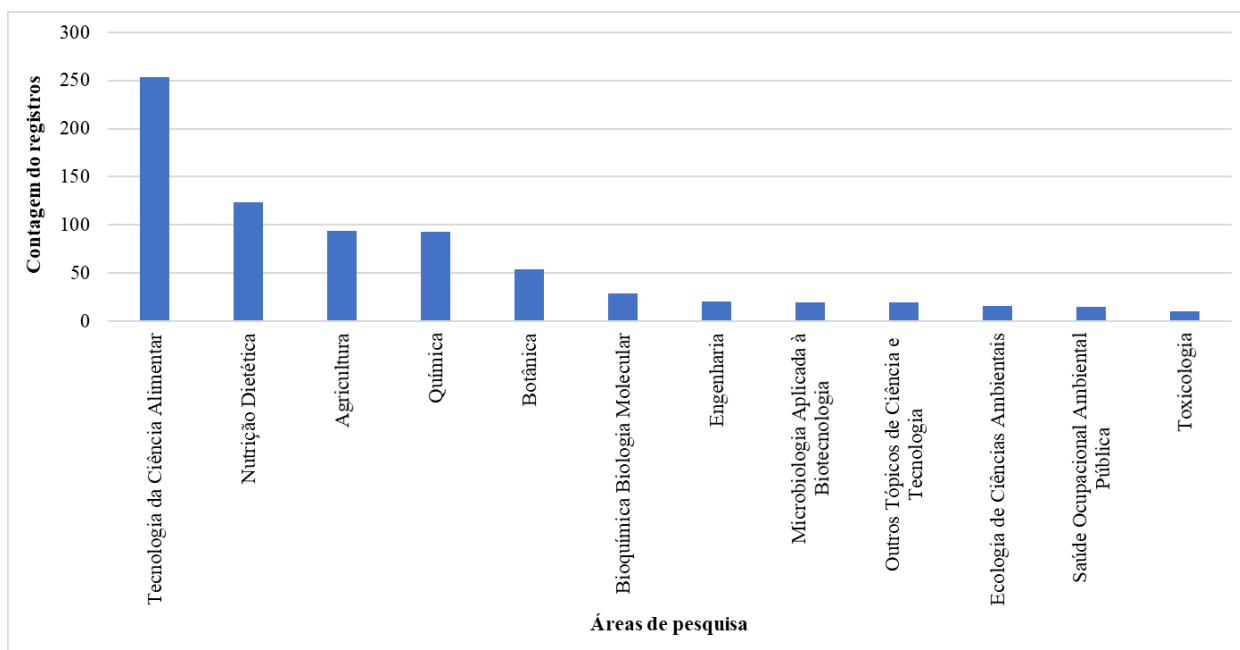


Figura 8 - Registro de publicações por área de concentração para a “Cereal bars”, na base do *Web of Science*.

Fonte: Autoria própria (2022).

Esses dados demonstram que poucos estudos foram publicados sobre o umbu, principalmente na área de Tecnologia de alimentos. E que não foi encontrada patente relacionado ao uso do umbu na produção de barra de cereal para humanos.

Os termos “*food bar and umbu*” ou “barra alimentar e umbu” e “*cereal bars and umbu*” ou “barra de cereais e umbu”, foram usados na busca de base de dados de artigos e de patentes, e não foi encontrado nenhum registro nem de artigo e nem de patente, relacionando a utilização do umbu na produção de barras de cereal.

CONCLUSÃO

Os resultados divulgados neste trabalho de prospecção demonstraram que não há nenhuma patente depositada. Neste sentido, propõe-se a utilização do umbu na elaboração de barras de cereais, como um ingrediente inovador, agregando valor nutricional e sabor as formulações de barra de cereal.

E podendo tornar-se uma atividade promissora social e econômica, pois irá valorizar um produto regional que muitas vezes é desvalorizado pela população local. Assim, existe a perspectiva de estudos com a aplicação do umbu como ingrediente para a produção de barra de cereal funcional.

REFERÊNCIAS








1. Nunes, JS., Santos MI., Oliveira, TWN., Feitosa, MKDSB., Castro, DS. Produção, análise sensorial e físico-química de barra de cereal produzida com derivados do caju. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, [Internet]. 2013 [acesso em 5 Nov 2021]; 8(2), 178-182, Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2019>.

2. Gutkoski, LC., Bonamigo, JMDA., Teixeira, DMDF., Pedó, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, [Internet]. 2007 [acesso em 5 Nov 2021]; 27(2), 355-363. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/YZwCCbV5BZnkddcvDXt5znR/abstract/?lang=pt>.
3. Freitas, DGC; Moretti, RH. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, [Internet]. 2006 [acesso em 10 Nov 2021]; 26(2), 318-324. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/v9WzXHfBk5cBFJVGybJpcFq/abstract/?lang=pt>.
4. Palazzolo, G. Cereal bars: they're not just for breakfast anymore. *Cereal Foods World*, [Internet]. 2003 [acesso em 5 Out 2021]; 48 (2), 70-72. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/eee723137ed35066b2cce288777a8bfb/1?cbl=41269&pq-origsite=gscholar&accountid=26613>
5. Degaspari, CH; Blinder, EW.; Mottin, F. Perfil nutricional do consumidor de barras de cereais. *Visão Acadêmica*, [Internet]. 2008 [acesso em 5 Nov 2021]; 9(1). Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/14638/9826>.
6. BRASIL. Ministério do Meio ambiente. Promoção Nacional da Cadeia de Valor do Coco Babaçu. Brasília, 2015. Disponível em: www.territoriosdacidadania.gov.br/o/3738771.
7. Torres, KS., Salvador, GD., Sousa MEC, Moura, GPS, Rocha, LM. Araújo, WF, Ribeiro, AMB, Portela, JVF. Iogurte light de umbu (*Spondias tuberosa*). In Reunião Regional da SBPC, realizada de 20 a 23 de abril de 2016, na Universidade Estadual do Piauí - UESPI, São Raimundo Nonato/PI, Brasil.
8. Coelho, MIS., Albuquerque, LKS., Mascarenhas, RJ., Coelho, MCSC., Nunes, ÍC. Elaboração de licores de umbu com diferentes álcoois. In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa, 2007. Anais. João Pessoa: CEFET-PB, CD ROM.
9. Azoubel, PM.; Silva, SA.B. Iogurte saborizado com polpa de umbu. Instruções técnicas da Embrapa Semi-árido. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Petrolina, maio, 2007.
10. Lira Júnior, JSD., Musser, RDS., Melo, EDA., Maciel, MIS., Lederman, IE., Santos, VFD. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp.*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, [Internet]. 2005 [acesso em 12 Dez 2021]; 25(4), 757-761. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/nVLYYx8rTWcCVYs8RhDzgDB/abstract/?lang=pt>.
11. Rodrigues, FFG., Nascimento, EMM., Furtado, CAN., Costa, JGM. Análise físico-química de espécies de *Spondias* oriundas do cariri cearense. *Cadernos de Cultura e*

- Ciência, [Internet]. 2010 [acesso em 5 Nov 2021]; 1(1), 44-52. Disponível em: <http://periodicos.urca.br/ojs/index.php/cadernos/article/view/204>.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA: Produção Extrativa Vegetal. Tabela 289. Quantidade produzida na extração vegetal 1.8 - Umbu (fruto) (Tonelada) Ano. 1990 a 2012. Banco de Dados Agregados. [Internet]. 2012 [acesso em 5 Nov 2021]; Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>.
 13. Freitas, DGC. Desenvolvimento e estudo da estabilidade de barra de cereais de elevado teor proteico e vitamínico. 2005. 187p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, SP, 2005.
 14. Cavallini, DCU.; Bolini, HMA. Comparação da percepção temporal de doçura, amargor e sabor de fruta em suco de manga reconstituído e adoçado com sacarose, misturaciclato/sacarina 2:1, aspartame, sucralose e estévia. Boletim do CEPPA, [Internet]. 2005 [acesso em 5 Nov 2021]; 23(2), 361-382. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/4480>.
 15. Gava, AJ; Silva, CAB; Frias, JRG. Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2008.
 16. Pessoa. LA. (BR/SP). Barra nutricional para suplementação alimentar. Leandro Augusto Pessoa. Int CI A23L 1/20. PI 0401148-1 A2. 18 mar. 2004, 08 nov. 2005, Revista da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro.
 17. Archer-Daniels-Midland Company. (US). Brooke C. Boice; Sumiko Kanahori; W. Russell Egbert; Allan W. Buck. Barra alimentar com dureza reduzida. Int CI A23L 1/164; A23L 1/0522; A23L 1/0528; A23L 1/308; A23L 1/305. (US2005011587). Revista da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro. 05 abr. 2005, 30 jun. 2015.
 18. Longo, VD. Nutrition bar for intermittent fasting-mimicking. U.S. Patent Application (US2019060861) No. 16/680,911, 2020.
 19. Universidade Federal do Ceará. (BR/CE), Maria do Carmo Passos Rodrigues Doutor e Afra Maria do Carmo Bandeira do Nascimento. Barra alimentar com pólen apícola e gergelim como fonte proteica. Int CI A23L 1/076; A23L 1/164. Revista da Propriedade Industrial. (BR 10 2014 031986 7 A2). 19 dez. 2014, 21 jun. 2016.

Capítulo 22

PESQUISA PARA O DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ SABOR FRUTO DO CERRADO E PERFIL DOS CONSUMIDORES

Joicy Any Alves Urzêda *; Ellen Godinho Pinto ; Rodrigo Vieira da Silva 
Wiaslan Figueiredo Martins ; Ana Paula Stort Fernandes ; Dayana Silva
Batista Soares ; Bianca Ferreira Augustinho 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: ellen.godinho@ifgoiano.edu.br

Resumo: O cafeeiro é um arbusto pertencente à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, o qual possui mais de 103 espécies por todo o mundo. Mesmo não sendo originário do Brasil, o café está presente em todos os lugares, surgindo assim, novas formas para o seu consumo. Através disso, a pesquisa realizada teve por objetivo analisar o perfil dos consumidores de café, buscando uma nova combinação, com algum fruto do cerrado, que agrade ao gosto e particularidades do consumidor. A pesquisa em questão foi realizada com a utilização de um questionário no Google Formulários, com perguntas abertas e fechadas ao qual obteve-se respostas de 52 participantes. Desses 52 participantes, (42,3%) estão na faixa etária de 25 a 40 anos, em sua maioria do sexo feminino (69,2%), onde 98,1% afirmam tomar café todos os dias e 53,8% escolheram o fruto baru para a combinação com o café. Portanto, o presente estudo permitiu-nos analisar o perfil dos consumidores de café e suas preferências.

Palavras-chave: cerrado; consumo de café; novo produto

INTRODUÇÃO

O cafeeiro é um arbusto pertencente à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, o qual possui mais de 103 espécies por todo o mundo. O Brasil é um dos maiores produtores de café e atua tanto na parte de exportar, quanto na de importar. Pesquisas realizadas pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa) mostram que nos últimos anos a área dedicada à produção cafeeira é aproximadamente igual a 1,82 milhão de hectares estendidos pela região sudeste do país, ocupando principalmente o estado de Minas Gerais (1).

O mercado de café vem se tornando cada vez mais competitivo desde a década de 80 e o aprimoramento da gestão de conhecimento em toda sua cadeia produtiva é de grande interesse para a indústria e mercado. É um dos principais segmentos da indústria de alimentação e bebidas mundial, podendo ser considerado um dos commodities mais comercializados no mundo (2).

Estima-se que o grão de café torrado possua mais de 2000 compostos químicos alguns destes com atividades biológicas conhecidas. Deste modo, os efeitos do consumo de café irão depender da qualidade e quantidade dos compostos químicos ingeridos, estando o consumo moderado normalmente descrito como a ingestão de 3 a 5 doses diárias de café (aproximadamente 150-300 mg de cafeína/dia). Além disso o café possui antioxidantes naturais e diversas vitaminas, em sua maioria do grupo B. Quimicamente, as espécies diferenciam-se pelo seu teor em diversos componentes: cafeína (maior no café robusta), minerais, compostos fenólicos, trigonelina, aminoácidos, aminas biogénicas, esteróis, entre muitos outros (3).

Dentre as várias espécies de café, as principais produzidas em todo o mundo são o café *arábica* (53%) e o café *conilon* (47%) (1). As duas espécies são muito distintas quanto aos aspectos agrônômicos, bioquímicos e sensoriais dos grãos, do mercado e da utilização dos respectivos produtos. Mas, independentemente dessa questão, verifica-se uma demanda cada vez maior, sobretudo, por cafés de qualidade superior em ambas as espécies tanto em países produtores como nos consumidores, notadamente naqueles ditos emergentes (4).

Com a alta produção ocorre também o alto consumo de café por todo o país, com as mais diversas combinações, nos mais variados lugares e ocasiões. De forma quase imperceptível, o café é consumido a todo momento. Pensando na demanda por consumidores de café com uma melhor qualidade, os produtores estão investindo nos cafés especiais (5). Diante disso, foram criadas formas de consumo, as quais estão ligadas à conservação, armazenamento, preparo e sabor do produto final. Existem hoje tipos de café, como o em grão, em pó, em sachê e aromatizado.

O café aromatizado consiste na adição de essências afim de adicionar sabor ao café, como uma “mistura”. Baseando-se nessa ideia, decidiu-se unir o café, bastante difundido pelo mapa brasileiro, aos frutos do cerrado, que são característicos do país e da região cerrado (6).

O cerrado possui frutos com altos teores de compostos bioativos sendo de grande relevância para a busca de fontes alternativas e que possam agrupar atributos desejáveis (propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anticarcinogênicas, antidegenerativas e retardadoras de envelhecimento). Este incremento pode ocorrer na formulação de novos produtos, ou mesmo na ingestão in natura, uma vez que tais compostos são de interesse tanto para a indústria de alimentos quanto para a de

fármacos e de cosméticos (7).

Sendo assim, essa pesquisa teve por objetivo analisar qual o fruto do cerrado que, de acordo com os consumidores em potencial, se adequaria melhor ao café na produção de um café aromatizado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado através da aplicação de um questionário on-line, foi utilizado a ferramenta Google Formulários para desenvolver e divulgar o questionário pelo aplicativo WhatsApp e E-mail. O questionário foi composto por perguntas abertas e fechadas, sendo necessária uma resposta em todas as perguntas e a identificação do participante, tendo a aprovação do comitê de ética, de acordo com o processo número: 54033521.3.0000.0036.

Os consumidores responderam de forma voluntária, totalizando 52 participantes. Onde os requisitos avaliados foram: nome, faixa etária, sexo, grau de escolaridade, renda familiar, profissão, consumo de café e quantas vezes por dia, onde consome, costuma comprar em pó ou em grão, em quais horários toma café, com qual acompanhamento, experimentaria um sabor aromatizado, qual fruto combina mais e como gostaria que ele fosse embalado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o questionário aplicado foi possível traçar o perfil dos consumidores de café e a preferência entre os frutos do cerrado.

Tabela 1. Resultado do consumo de café de acordo com a faixa etária.

Faixa etária	%
18 a 25 anos	11,5
25 a 40 anos	42,3
40 a 50 anos	26,9
50 a 65 anos	15,4
Acima de 65 anos	3,9

A faixa etária dos participantes está expressa na Tabela 1, onde 42,3% dos participantes está entre 25 e 40 anos, ou seja, pessoas que se encontram na fase adulta, na pesquisa realizadas o consumo de café é maior entre as mulheres 69,2% (Tabela 2), (8) também observaram no estudo realizado que o consumo de café é maior entre as mulheres

Tabela 2 – Resultado do consumo de café de acordo com o sexo.

Feminino	Masculino	Prefiro não informar
69,2%	30,8%	0

Tabela 3 – Resultado do consumo de café de acordo com o grau de escolaridade.

Grau de escolaridade	%
1º incompleto	0
1º grau completo	1,9
2º grau incompleto	0
2º grau completo	9,6
Superior incompleto	11,5
Superior completo	21,2
Pós graduação	55,8

Pode-se observar que o consumo de café aumenta conforme o grau de escolaridade, como está demonstrado na Tabela 3, 55,8% apresentam pós-graduação e 46,2% com renda familiar igual ou superior a 6 salário-mínimo por mês, no artigo (9) reforça os resultados encontrados que o consumo de café está relacionado a renda familiar.

Tabela 4 – Resultado do consumo de café de acordo com a renda familiar.

Renda familiar	%
Sem renda	7,7
De 1 a 2 salários-mínimos	9,6
De 2 a 4 salários-mínimos	19,2
De 4 a 6 salários-mínimos	17,3
Acima de 6 salários-mínimos	46,2

As perguntas seguintes são relacionadas ao consumo de café e a preferências dos participantes.

Tabela 5 – Resultado do consumo de café.

Consumo de café	%
Sim	98,1
Não	1,9

Os resultados pelo questionário indicam que 98,1% dos participantes consomem café, que pode ser observado na Tabela 5., alguns autores (10) encontraram valores inferiores ao consumo de café, apenas 70% dos participantes consomem, dos participantes desta pesquisa 34,6% consomem café mais de 3 vezes ao dia (Tabela 6).

Tabela 6 – Resultado do consumo diário de café.

Consumo diário	%
Apenas 1 vez ao dia	28,8
De 1 a 2 vezes	30,8
Mais de 3 vezes	34,6
3 vezes ao dia	5,8

Entre os locais de consumo de café dos participantes da pesquisa mais da metade foi em casa de acordo demonstra a Tabela 7. e 96,2% prefere adquirir o café em pó, isso pode ser devido ao consumo ser na sua maioria em casa (Tabela 7).

Tabela 7– Resultado do local para o consumo de café.

Local para consumo	%
Em casa	65,4
No trabalho	25
Em uma cafeteria	1,9
Casa e trabalho	1,9
Casa, trabalho e cafeteria	1,9
Todos os lugares que oferecem café	1,9
Todas as opções anteriores	1,9

Tabela 8 – Resultado de como preferem comprar o café.

Como preferem comprar	%
Pó	96,2
Grão	1,9
Não consumo em casa	1,9

Dos participantes, 50% costumam tomar o café no café-de-manhã, porém na pesquisa realizadas pelos autores (11) eles verificaram que os participantes consumiam café a todo momento e 38,5% preferem café com pouca açúcar e 34,6% preferem consumi-lo puro.

Tabela 9 – Resultado do horário para o consumo de café.

Horário de consumo	%
Café da manhã	50
Depois do almoço	0
Café da tarde	5
Depois do jantar	0
Durante o trabalho	11,5
A todo momento	30,8
Manhã e tarde	2,7

Tabela 10 – Resultado de como consomem café.

Como é consumido	%
Puro	34,6
Leite	-
Rapadura	0
Sem açúcar	11,5
Pouco açúcar	38,5
Muito açúcar	-
Adoçante	-
Pouco açúcar com leite	-

Por fim, 94,2% aceitariam experimentar um novo sabor de café (Tabela 11), entre os frutos do cerrados, o baru teve uma boa aceitação para o desenvolvimento do café saborizado, com 53,8% esta relatado na Tabela 12. e 40,4% dos participantes gostariam de embalagem de 250g, isso pode ser devido a maioria dos participantes consumirem o café em casa.

Tabela 11 – Resultado se provariam um novo sabor de café aromatizado.

Aceitação no novo sabor	%
Sim	94,2
Não	5,8

Tabela 12– Resultado para a escolha do fruto.

Escolha do fruto	%
Pequi	-
Murici	11,5
Jatobá m	-
Mangaba	-
Gabiroba	-
Baru	53,8
Nenhum	-
Não sei	11,5

Tabela 13 – Resultado para preferência da embalagem.

Embalagem	%
Na porção de uma xícara	36,5
Em sachê	21,2
Embalagens de 250 g	40,4
Adoçado	-

CONCLUSÃO

Após a análise percebe-se que os consumidores em potencial são em maioria mulheres entre 25 a 40 anos com variadas profissões. Relataram consumir café todos

os dias com certa frequência, até mais de 3 vezes ao dia. Esses mesmos consumidores também se mostraram dispostos a experimentar um novo café saborizado de baru.

Conclui-se então que o objetivo da pesquisa apresentado na introdução foi devidamente alcançado, considerando que agora têm-se o perfil dos consumidores de café em potencial para o desenvolvimento de um café saborizado de baru.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos pelo apoio a bolsa PIBIC-EM e a todos que participaram do questionário.

REFERÊNCIAS

1. Ferreira LT, Santos J. Produção dos Cafés do Brasil ocupa área de 1,82 milhão de hectares dos quais 1,45 milhão são de café arábica e 375,99mil de conilon. EMBRAPA, 2021
2. Trauer E. et al. O Conhecimento e a Cadeia Produtiva do Café. Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação. 12 set. 2017.
3. Santos VE. et al. Estimativa da elasticidade-renda do consumo de café na Região Sudeste do Brasil. Revista de Economia e Agronegócio; 2005
4. Alves RC, Casal S, Oliveira B. Benefícios do café na saúde: mito ou realidade? Quim. Nova, 2009;32, 2169-2180.
5. Fonseca A. et al. Café conilon. 2ª Edição,. Vitória-ES. Incaper 2017.
6. Boaventura PSM. et al. Cocriação de valor na cadeia do café especial: o movimento da terceira onda do café. Revista de Administração de Empresas, 2018; 58, 254- 266.
7. Reis AF, Schmiele M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. Braz. J. Food Technol., 2019, 22:1-12.
8. Cao C. et al. Regular Coffee Consumption Is Associated with Lower Regional Adiposity Measured by DXA among US Women. The Journal of Nutrition, 2020; 150:1909-1915.
9. Lopes DC, Andrade DCT. O comportamento de compra do consumidor de café orgânico no sul de minas. Revista Agrogeoambiental. 2015
10. Boaventura PSM. et al. Cocriação de valor na cadeia do café especial: o movimento da terceira onda do café. Revista de Administração de Empresas, 2018; 58, 254- 266.
11. Representativo das regiões produtoras de café, Rural pecuária,

2021. [https://ruralpecuaria.com.br/tecnologia-e-manejo/cafe/brasil-mapa-](https://ruralpecuaria.com.br/tecnologia-e-manejo/cafe/brasil-mapa)
Acesso em : 10 de Junho de 2022.

Capítulo 23

PEQUENOS FRUTOS NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS NÃO-TRANSMISSÍVEIS: UMA REVISÃO

Amanda Radmann Bergmann *; Tatiane Jéssica Siebeneichler ; Lucas de Oliveira Fischer ; Doralice Lobato de Oliveira Fischer ; Vanessa Galli 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
amandarbergmann@outlook.com

Resumo: Dietas equilibradas com ingestão de vegetais são altamente recomendadas. Dentre as frutas, as do tipo “berries” ou pequenos frutos têm se destacado pelo alto conteúdo em polifenóis. O consumo dos berries são atrativos devido as características sensoriais e nos últimos anos diversos estudos têm mostrado evidências dos benefícios promovidos pela ingestão destes. Nesse contexto, o objetivo da presente revisão foi compilar estudos relacionadas aos benefícios dos pequenos frutos no que diz respeito à prevenção e profilaxia de algumas condições clínicas. As principais culturas de pequenos frutos são do morangueiro, mirtilheiro, amoreira, framboeseira, groselheira, juçara, etc. Os fenóis e polifenóis contidos nesses frutos são alvos de estudos devido à alta atividade antioxidante capaz de atuar em processos oxidativos, que estão atrelados ao desenvolvimento de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNTs). Os benefícios do consumo de berries estão relacionados a fatores que contribuem para prevenção do câncer, pois os compostos bioativos presentes provocam efeito protetor sob a incidência de células cancerígenas. Os pequenos frutos podem atuar como moduladores da microbiota intestinal, causam um efeito de prebiótico, pois os polifenóis são metabolizados, em grande parte, no intestino, local onde podem agir sob diferentes grupos de microrganismos. Também possuem elevada importância no efeito cardioprotetor, podendo reduzir os fatores de risco das doenças cardiovasculares, além disso, mostraram-se eficazes no estágio inicial de algumas condições clínicas e na manutenção ou melhoria do desempenho cognitivo. Esta revisão recapitula o conhecimento disponível sobre as interações entre o consumo de pequenos frutos e prevenção de câncer, doenças cardiovasculares, saúde intestinal e cerebral.

Palavras-chave: alimentos; berries; compostos bioativos; saúde

INTRODUÇÃO

A alimentação desempenha função importante para a saúde humana e, para a realização de boas escolhas alimentares, é imprescindível possuir conhecimento no que diz respeito à composição química dos alimentos e suas propriedades funcionais, as quais são promovidas pela ação destes compostos. Nesse sentido, se recomenda a ingestão diária de frutas e vegetais, pois na composição dos mesmos, há uma diversidade de compostos bioativos, além das fibras, vitaminas e minerais. Porém, dentre a classe das frutas, atualmente os pequenos frutos, têm se destacado, principalmente por apresentarem elevado teor e diversidade de compostos fenólicos em sua estrutura. Desta forma, contribuindo para a prevenção e tratamento de algumas doenças (1,2).

Os pequenos frutos ou “*berries*”, incluem a cultura do morangueiro (*Fragaria* × *ananassa*), mirtilheiro (*Vaccinium* spp.), amoreira (*Rubus* spp.), framboeseira (*Rubus idaeus*), groselheira (*Ribes* spp.), juçara (*Euterpe edulis*), etc. Há um crescente aumento do cultivo dessas espécies, devido ao excelente retorno financeiro para o produtor, assim como melhor rendimento no crescimento da produção e exportação destes frutos para o mercado internacional (3).

De acordo com os dados da FAOSTAT, se pode afirmar que houve aumento na produção dos pequenos frutos na América do Sul, englobando o período de 2016 a 2018, incluindo os frutos da framboesa, do mirtilo e do morango, com aumento respectivamente de 549, 74.805 e 19.484 toneladas (4).

Os *berries* podem ser utilizados de forma processada ou consumidos in natura. Quando consumidos in natura, os mesmos podem ser inteiros frescos, congelados e liofilizados, e quando destinados ao processamento, são obtidos produtos produzidos pela indústria, como por exemplo, geleias, sorvetes, sucos, licores, polpas, dentre outros (5,6).

Nesse sentido, estudos apontam que, o consumo dos *berries* são atrativos devido as suas propriedades sensoriais, como o sabor, a aparência, a textura, o aroma, e pelos benefícios promovidos pela ingestão destes, os quais proporcionam efeitos terapêuticos à saúde, atuando na profilaxia da obesidade, de doenças cardiovasculares, das doenças do sistema nervoso central e na inibição de células cancerígenas, além de apresentarem ação anti-inflamatória e antimicrobiana (5,7–9).

Portanto, o objetivo da presente revisão foi compilar estudos relacionados aos benefícios dos pequenos frutos no que diz respeito à prevenção e profilaxia de algumas condições clínicas.

PEQUENOS FRUTOS NA PROMOÇÃO DA SAÚDE

Diversos estudos ressaltam a importância da inclusão de frutos na alimentação devido a importante função que estes desempenham na saúde dos seres humanos, atuando principalmente na prevenção e profilaxia de algumas Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNTs), pois na composição dos mesmos, se encontram elevados compostos bioativos, principalmente os polifenóis, os flavonoides, as antocianinas e os taninos, além das vitaminas, minerais e fibras solúveis (10).

Dessa forma, se destacam os *berries*, pois são considerados uma das principais fontes de compostos fenólicos quando comparado as outras frutas e vegetais (11). Os fitoquímicos presentes nos pequenos frutos são encontrados no metabolismo secundário das plantas, sendo fundamentais nas defesas antioxidantes endógenas, inibindo ou

reduzindo o dano oxidativo celular, contribuindo assim, na manutenção da estabilidade redox, evitando diversas DCNTs (12).

No entanto, quando há um desequilíbrio de antioxidantes no metabolismo, as espécies pró-oxidantes podem se manifestar no organismo, e estas, são responsáveis por induzir a oxidação de algumas moléculas essenciais, como as proteínas, os lipídios e o ácido desoxirribonucleico (DNA), e como consequência desse desequilíbrio, se tornam elevados os riscos da mutação do DNA e carcinogênese, pois podem ocasionar a proliferação celular e apoptose, ambas consideradas cruciais no desenvolvimento inicial e na progressão de células cancerígenas (13,14).

Acredita-se também que, a ingestão de pequenos frutos confere ação anti-inflamatória e melhora da resposta pós-prandial em indivíduos obesos sob condições de estresse fisiológico e metabólico, assim como melhoras relacionadas a microbiota intestinal, doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, doenças renais, dentre outras.

Entretanto, se torna importante ressaltar que, os benefícios atribuídos pela presença dos compostos bioativos nos pequenos frutos são dependentes de alguns fatores, estes relacionados principalmente a quantidade consumida e a frequência de consumo dos mesmos.

PREVENÇÃO DE CÂNCER

O câncer pode ser definido como uma condição clínica que engloba diferentes doenças malignas. Estas, indicativas do crescimento desordenado de células, as quais apresentam capacidade de invadir tecidos adjacentes ou órgãos do corpo humano (15). Inúmeras projeções relacionadas a epidemiologia de câncer apontam que, a mortalidade e a morbidade ocasionadas por esta patologia tendem a aumentar nos próximos anos, e segundo dados publicados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (16), estima-se que ocorreu aproximadamente 9,6 milhões de óbitos no mundo em decorrência desta condição clínica no ano de 2018.

Diante disso, estudos apontam que, os *berries* podem contribuir muito na prevenção do câncer, pois seus compostos bioativos provocam efeito protetor sob a incidência de células cancerígenas, através do mecanismo de retardamento, inibição ou reversão do processo carcinogênico pelas diversas funções farmacológicas. Destacando a indução de enzimas metabolizadoras de xenobióticos, por meio da modulação da expressão gênica e vias de sinalização celular; redução da proliferação celular e estimulação de morte celular apoptótica pela ação anti-inflamatória dos pequenos frutos (17–20).

Portanto, nos estudos a seguir, serão elucidadas informações relevantes no que diz respeito ao efeito protetor dos pequenos frutos em diferentes variações de células cancerígenas.

Ao analisar as diferentes eficácias da framboesa, alguns autores identificaram a ocorrência de inibição do estresse oxidativo e supressão das vias NF- κ B e MAPK em Nnitrosometilbenzilamina quando induzida a carcinogênese de esôfago (21).

Outros autores, investigaram os extratos de hexano, metanol e acetato de etila presentes na framboesa com concentração de 250 mg/ml sobre as células tumorais MCF-7 (mama), SF-268 (sistema nervoso central), NCI – H460 (pulmão), HCT-116 (cólon) e

AGS (gástricas). Concluíram que, o extrato de hexano se mostrou eficaz na inibição das células responsivas pelo câncer de mama e câncer gástrico, com percentual de 17% e 22%, respectivamente. Enquanto os extratos de acetato de etila, conferiram diminuição no crescimento de células cancerígenas do sistema nervoso central em 14%. Por fim, o extrato de metanol não demonstrou efeito benéfico na quantidade em que foi testado (22).

Já os extratos de amora e morango conferiram efeitos benéficos em células malignas do colo de útero (SiHa and HeLa) e do cólon (HT-29). Entretanto, apenas o extrato de amora apresentou resultados significativos nas duas linhagens de câncer avaliadas. Enquanto na linhagem celular HT-29, não foi possível identificar diferença significativa entre os extratos, pois ambos conferiram capacidade antiproliferativa (23).

Ademais, se verificou que ao suplementar durante 72 horas o extrato malvidina-3-galactosídeo dos frutos de mirtilo nas concentrações de 50, 100 e 200 µg/mL, ocorreu aumento no apoptose de células HepG2 (hepatocarcinoma). Sendo que, as células tratadas com a dosagem de 200 µg/mL conferiram maior anexina V-FITC ligação (32%), inferindo, indução de apoptose em estágio inicial nas células HepG2 devido à destruição da integridade mitocondrial (24).

Recentemente, alguns pesquisadores conduziram um estudo *in vitro* com extrato de antocinina presente nos frutos de mirtilo, e em dois derivados da mesma, incluindo a antocianidina e a piranoantocianidina. A partir disso, concluíram que, quaisquer dos extratos verificaram capacidade de inibição das células cancerígenas HeLa por meio da parada do ciclo celular no G2/fase M e pela indução tardia da apoptose celular (25).

Foi possível verificar também que, o extrato de amora apresentou efeito protetor no hepatocarcinoma, principalmente pela ação de inibição na proliferação de células HepG2 e células Huh7, assim como pela parada da fase S, por meio da via PTEN/AKT (26).

Por fim, outros os dados mostraram que, o extrato de framboesa foi eficaz no tratamento de carcinoma epidermóide oral, com aumento na expressão gênica de sobrevivência pro4 e redução de outros genes considerados pró-inflamatórios, como NF-κB1 e prostaglandina-endoperóxido sintase 2 (27).

Porém, é importante destacar que os efeitos protetores apresentados acima dependem de diversos fatores individuais apresentados em cada caso clínico.

SAÚDE INTESTINAL (MODULAR MICROBIOTA)

O intestino humano é habitado por uma enorme diversidade de microrganismos, os quais desempenham múltiplos papéis na manutenção da saúde e prevenção de doenças. A composição da microbiota intestinal é variável e muito suscetível a diversos fatores, como a dieta do indivíduo, sendo assim, a alimentação pode ser um meio para modular o equilíbrio dessa comunidade microbiana (28–30). A exemplo disso, uma alimentação rica em gorduras está associada à perda de bactérias benéficas e aumento de bactérias indesejáveis (30–34). Nos últimos anos, os estudos envolvendo o papel e a importância desse órgão e seus habitantes têm evoluído e ampliado os horizontes, abrangendo o eixo intestino-microbiota-cérebro, esses estudos mostram que as mudanças na microbiota intestinal podem, inclusive, repercutir diretamente no cérebro (35).

Os *berries* são importantes fontes de polifenóis não digeríveis, esses compostos ao atingirem o cólon se comportam como prebióticos, favorecendo o crescimento de bactérias benéficas, os metabólitos resultantes dessa interação podem auxiliar na modulação da microbiota (28), além de proteger contra doenças (29).

Entre os indicadores de qualidade da microbiota intestinal, está o equilíbrio entre os dois filos predominantes, os Firmicutes e Bacteroidetes. Dietas ricas em gorduras tendem a aumentar o crescimento de Firmicutes, essa desproporção está associada a problemas como a obesidade (31,32). Em um estudo com indivíduos obesos, a suplementação diária de antocianinas provenientes de mirtilo, groselha e arroz preto associado com inulina, (prebiótico), interessantemente, resultou em aumento da população de Bacteroidetes e redução de Firmicutes (36), contribuindo na reversão do desequilíbrio causado pela obesidade. No estudo de Wu et al. (33), a inclusão de porções de bagas de amora (*Lonicera caerulea*) na dieta, também diminuiu a proporção desfavorável de Firmicutes. Extratos polifenólicos de mirtilo selvagem (*Vaccinium angustifolium* Aiton) foram administrados em modelos de rato de obesidade induzida por dieta, após oito semanas restauraram a camada de muco do cólon e foram capazes de modular a microbiota intestinal favorecendo bactérias simbióticas associadas à mucosa (34).

O potencial dos *berries* na modulação de bactérias benéficas tem sido investigado em estudos *in vitro*, em modelos de animais e humanos, focando principalmente em bactérias dos gêneros *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* spp. A polpa de juçara e as antocianinas de *Lycium ruthenicum*, ao serem fermentadas em microbiota fecal, simulando as condições do intestino grosso distal, foram capazes de aumentar o número de *Bifidobacterium* spp., além de alterar a produção de ácidos graxos de cadeia curta (37,38). A administração de extratos de mirtilo, groselha e jabuticaba para ratos resultou em influência no tamanho populacional de lactobacilos e bifidobactérias (39–41). Naturalmente animais diabéticos possuem menor população de *Bifidobacterium* spp. em comparação com indivíduos saudáveis, a inserção de morangos, outra fruta rica em antocianinas, foi capaz de reverter esse quadro nos diabéticos (42). A juçara, uma fruta rica em polifenóis, ao ser utilizada em suplementação de dieta materna de camundongos, mostrou-se promissora na modulação da microbiota por restaurar a redução de *Bifidobacterium* spp. no cólon provocada por uma alimentação contendo ácido graxo trans (43). O efeito positivo na promoção do crescimento de *Bifidobacterium* spp. e *Lactobacillus* spp. associado ao consumo de *berries* é apoiado pelas evidências da modulação positiva exercida por antocianinas em estudos similares (44) e ao ser comparada a inulina, um prebiótico com benefícios reconhecidos, sendo que a suplementação da dieta com groselha mostrou-se mais eficiente na promoção dos gêneros de bactérias benéficas (41).

Entretanto, há algumas lacunas a serem investigadas, quais são de fato as fibras ou polifenóis responsáveis pelo efeito modulador do consumo desses frutos.

SAÚDE CARDIOVASCULAR

As doenças cardiovasculares (DCVs) são consideradas patologias graves que acometem grande parte da população nos últimos anos, sendo uma comorbidade do sobrepeso e da obesidade, devido principalmente a alterações dos fatores comportamentais, como o sedentarismo, o tabagismo, o consumo de álcool e a alimentação desequilibrada. Diante disso, infere-se que a alimentação equilibrada no que tange tanto o valor energético quanto os valores de macro e micronutrientes é fundamental, visto que algumas DCVs podem ser evitadas apenas por modificações alimentares. Desta forma, diversos estudos recentes destacam os benefícios e a importância trazida por meio do consumo de *berries*, principalmente pela presença de compostos fenólicos, como as antocianinas, sendo essenciais no efeito cardioprotetor.

Ensaio clínico realizado com indivíduos submetidos a suplementação contendo elevados teores de antocianinas, durante o período de quatro semanas, inferiu resultados cardiometabólicos positivos, com diminuição e melhora do perfil lipídico e glicemia em jejum, sendo ambos fatores de risco para as DCVs (45).

Outros autores analisaram os efeitos do consumo diário de 38 g de mirtilo sob os níveis de pressão arterial, durante o período de três semanas, e a partir dos resultados encontrados, concluíram que houve redução significativa nos níveis de pressão sistólica dos indivíduos. Portanto, acredita-se que o consumo diário dos *berries* confere benefícios relacionados às DCVs (46).

Em outro estudo, indivíduos diagnosticados com pré-hipertensão, receberam diariamente 640 mg do extrato de antocianina, durante o período de quatro semanas, e após o período de tratamento, foi possível obter resultados promissores, pois os indivíduos que receberam a suplementação apresentaram aumento gradual nos níveis de HDL-C, sendo de extrema importância o aumento desta lipoproteína em indivíduos que estão no estágio inicial de hipertensão (47).

Semelhantemente, em indivíduos com síndrome metabólica, foram analisados os efeitos protetores por meio do consumo de uma bebida contendo extrato de mirtilo liofilizado, durante o período de oito semanas, e com os resultados, encontraram redução nos níveis de pressão arterial sistólica e diastólica (48). Concomitantemente, os mesmos autores também verificaram os efeitos do suco de cranberry nos fatores de risco das DCVs, com dosagem diária de 480 mL, onde foi possível identificar que ocorreu redução nos níveis de LDL-C, além do aumento na atividade antioxidante do plasma (49).

De acordo com resultados obtidos por meio de uma meta-análise, identificou-se que por meio da ingestão de frutos contendo alto teor de antocianinas, o risco de infarto agudo do miocárdio foi reduzido (50). Nesse sentido, infere-se que a ingestão combinada de dois frutos com elevados teores de antocianinas, como o mirtilo e o morango, na dosagem de 15 mg, pode ser uma excelente alternativa, pois reduziu 17% do risco do desenvolvimento de infarto agudo do miocárdio (51).

Em outro estudo, foi avaliada a suplementação com extrato de amora no efeito protetor de aterosclerose, onde se obteve resultados positivos, visto que, a suplementação com este fruto reduziu a incidência de aterosclerose no sexo masculino, porém, no sexo feminino nenhum efeito protetor foi observado (52).

Outro estudo verificou o efeito da suplementação diária em camundongos com extrato de framboesa liofilizada na dosagem de 2%, durante o período de 12 semanas, e com os resultados, ocorreu redução significativa da espessura do ventrículo esquerdo, inferindo assim, que o modelo animal pode ser um indicador precoce de débito cardíaco relacionado a espessura/volume do órgão. Ainda neste estudo, foi possível observar que houve tendência de diminuição da pressão arterial sistólica, porém, não houve redução significativa, porém, ocorreu diminuição da frequência cardíaca (53).

Por fim, de acordo com os resultados obtidos em uma pesquisa, o extrato de morango apresentou capacidade de diminuição na sinalização de NF- κ B, reduzindo os níveis de IL-8 e TNF- α , IL-1 β , CD40L e RANTES, e com isso, há redução nos mediadores que causam as DCVs (54).

Portanto, a partir dos dados apresentados, infere-se que os *berries* possuem elevada importância no efeito cardioprotetor, podendo reduzir os fatores de risco das doenças cardiovasculares e mostrar-se eficaz no estágio inicial de algumas condições clínicas. Todavia, é importante ressaltar que, a prática de atividade física e a alimentação equilibrada devem ser aliadas ao consumo dos mesmos.

SAÚDE CEREBRAL

Além dos benefícios do consumo de *berries* na prevenção de câncer, na saúde cardiovascular e na modulação da microbiota, acredita-se que o consumo de polifenóis, contido nesses frutos, também tragam efeitos benéficos para o funcionamento cognitivo (Figura 1). É provável que o cérebro sofra de estresse oxidativo em maior proporção do que outros órgãos, devido à susceptibilidade à baixa atividade dos seus sistemas antioxidativos (55). Uma diminuição nos índices neuronais e comportamentais relacionados à idade resultante do estresse oxidativo pode ser aliviada por antioxidantes (55).

Há evidências que alimentos ricos em polifenóis aumentam o fluxo sanguíneo cerebral ou modulam a atividade cerebral. A suplementação de flavonoides foi eficaz no aumento dos níveis sanguíneos do fator neurotrófico, que é uma proteína de grande importância para sobrevivência, crescimento e diferenciação de novos neurônios e sinapses (56). Em jovens adultos entre 20 e 30 anos submetidos a bateria de tarefas cognitivamente exigentes, a intervenção com bebida mista de frutas (400 mL contendo mirtilo, morango, framboesa e amora) foi benéfica para o desempenho cognitivo, pois os participantes mantiveram a precisão na execução das tarefas cognitivas até 6h, e demonstraram tempos de resposta mais rápidos, em comparação com o placebo (57). Recentemente, uma análise da medida de reconhecimento de palavras auditivas relacionadas à memória, mostrou que os participantes que consumiram mirtilos mantiveram o desempenho na atividade ao longo do dia, enquanto aqueles que receberam placebo mostraram diminuição do desempenho (58). Esses estudos demonstram a eficácia dos pequenos frutos ricos em polifenóis e flavonoides na manutenção ou melhoria do desempenho cognitivo, no contexto de tarefas exigentes e fadiga cognitiva.

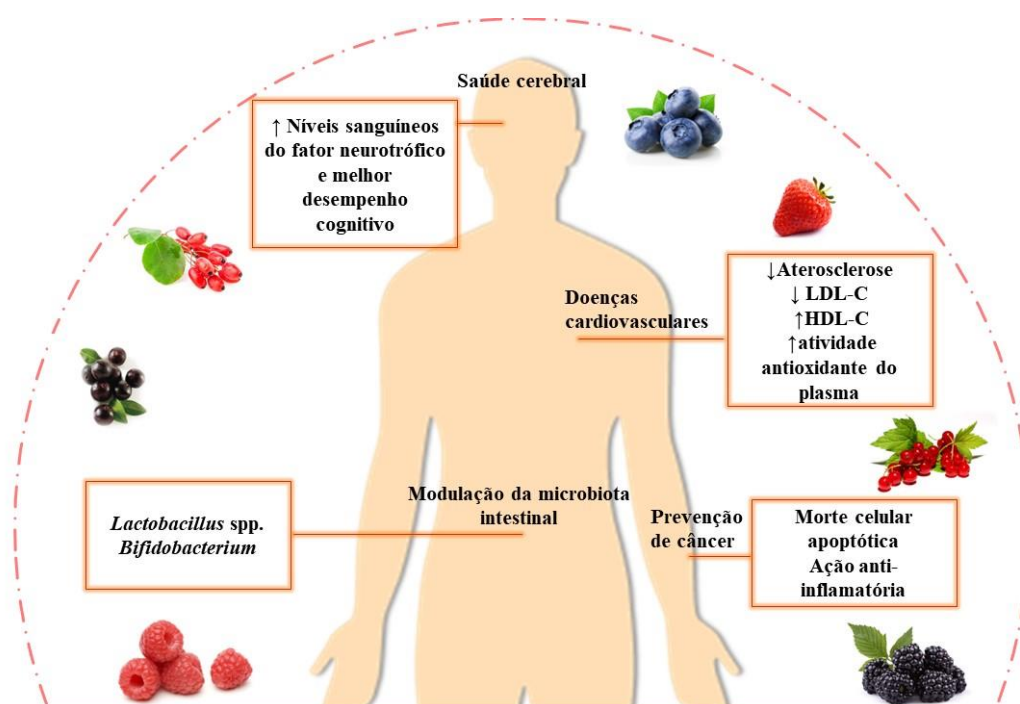


Figura 1 – Benefícios associados ao consumo de pequenos frutos.
 Fonte: Autoria própria (2022).

CONCLUSÕES

Com a presente revisão, conclui-se que, uma alimentação composta pela presença dos pequenos frutos é de grande importância na profilaxia das DCNTs, pois foi visto que seus compostos bioativos provocam efeito protetor sob a incidência de células cancerígenas, atuam na modulação da microbiota intestinal, conferem efeito cardioprotetor, e também auxiliam na manutenção e melhoria do sistema cognitivo.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

1. Barroca MJ, Silva AM. Camarinhas na alimentação e na saúde. Rev Ciência Elem [Internet]. 2021 Mar 30;9(1):9–12. Available from: <http://rce.casadasciencias.org/art/2021/011>
2. Delgado-Vargas F, Jiménez AR, Paredes-López O. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains — Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. Crit Rev Food Sci Nutr [Internet]. 2000 May;40(3):173–289. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408690091189257>
3. Antunes LEC. Amora-Preta: Nova Opção De Cultivo No Brasil. Ciência Rural.

- 2002;32(1):151–8.
4. FAOSTAT [Internet]. Data - crops. 2020 [cited 2020 Nov 10]. p. 1. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
 5. Costa AGV, Garcia-Diaz DF, Jimenez P, Silva PI. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. *J Funct Foods*. 2013;5(2):539–49.
 6. Muhammad Zia-Ul-Haq, Muhammad Riaz VDF, And HZEJ, Moga M. *Rubus Fruticosus L.: Constituents, Biological Activities and Health Related Uses*. *Molecules*. 2014 Dec 5;19:10998–1029.
 7. Giampieri F, Tulipani S, Alvarez-Suarez JM, Quiles JL, Mezzetti B, Battino M. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*. 2012;28(1):9–19.
 8. Mikulic-Petkovsek M, Schmitzer V, Slatnar A, Stampar F, Veberic R. Composition of Sugars, Organic Acids, and Total Phenolics in 25 Wild or Cultivated Berry Species. *J Food Sci*. 2012;77(10):1–7.
 9. Nile SH, Park SW. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition* [Internet]. 2014 Feb;30(2):134–44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2013.04.007>
 10. Vidovic N. Berries and Berry Products. In: Reference Module in Food Science [Internet]. Elsevier; 2018. p. 1–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22497-9>
 11. Shahidi F, Ambigaipalan P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *J Funct Foods* [Internet]. 2015 Oct;18:820–97. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
 12. Olas B. Berry phenolic antioxidants - implications for human health? *Front Pharmacol*. 2018;9(MAR):1–14.
 13. Mileo AM, Miccadei S. Polyphenols as Modulator of Oxidative Stress in Cancer Disease: New Therapeutic Strategies. *Oxid Med Cell Longev* [Internet]. 2016;2016:1–17. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/omcl/2016/6475624/>
 14. Moloney JN, Cotter TG. ROS signalling in the biology of cancer. *Semin Cell Dev Biol* [Internet]. 2018 Aug;80:50–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.semdb.2017.05.023>
 15. INCA. O que é câncer? | INCA - Instituto Nacional de Câncer [Internet]. 2020 [cited 2021 Mar 9]. p. 1. Available from: <https://www.inca.gov.br/o-que-e-cancer>

16. OMS. OPAS/OMS Brasil - Câncer [Internet]. Folha informativa – Câncer. 2018 [cited 2021 Mar 9]. Available from: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5588:folha-informativa-cancer&Itemid=1094
17. Bagchi D, Sen CK, Bagchi M, Atalay M. Anti-angiogenic, antioxidant, and anti-carcinogenic properties of a novel anthocyanin-rich berry extract formula. *Biochem*. 2004;69(1):75–80.
18. Seeram NP. Berry fruits for cancer prevention: Current status and future prospects. *J Agric Food Chem*. 2008;56(3):630–5.
19. Hsieh YS, Chu SC, Hsu LS, Chen KS, Lai MT, Yeh CH, et al. *Rubus idaeus* L. reverses epithelial-to-mesenchymal transition and suppresses cell invasion and protease activities by targeting ERK1/2 and FAK pathways in human lung cancer cells. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2013;62:908–18. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2013.10.021>
20. Nowak A, Sójka M, Klewicka E, Lipińska L, Klewicki R, Kołodziejczyk K. Ellagitannins from *Rubus idaeus* L. Exert Geno- and Cytotoxic Effects against Human Colon Adenocarcinoma Cell Line Caco-2. Vol. 65, *Journal of agricultural and food chemistry*. 2017. 2947–2955 p.
21. Shi N, Chen F, Zhang X, Clinton SK, Tang X, Sun Z, et al. Suppression of oxidative stress and NFκB/MAPK signaling by lyophilized black raspberries for esophageal cancer prevention in rats. *Nutrients*. 2017;9(4):1–14.
22. Bowen-Forbes CS, Zhang Y, Nair MG. Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. *J Food Compos Anal*. 2010;23(6):554–60.
23. Rodrigues CA, Nicácio AE, Boeing JS, Garcia FP, Nakamura CV, Visentainer JV, et al. Rapid extraction method followed by a d-SPE clean-up step for determination of phenolic composition and antioxidant and antiproliferative activities from berry fruits. *Food Chem* [Internet]. 2019;309:125694. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125694>
24. Wang Y, Lin J, Tian J, Si X, Jiao X, Zhang W, et al. Blueberry Malvidin-3-galactoside Suppresses Hepatocellular Carcinoma by Regulating Apoptosis, Proliferation, and Metastasis Pathways in Vivo and in Vitro. *J Agric Food Chem*. 2018;67(2):625–36.
25. Pan F, Liu Y, Liu J, Wang E. Stability of blueberry anthocyanin, anthocyanidin and pyranoanthocyanidin pigments and their inhibitory effects and mechanisms in human cervical cancer HeLa cells. *RSC Adv*. 2019;9(19):10842–53.
26. Zhang H, Liu J, Li G, Wei J, Chen H, Zhang C, et al. Fresh red raspberry phytochemicals suppress the growth of hepatocellular carcinoma cells by

- PTEN/AKT pathway. *Int J Biochem Cell Biol* [Internet]. 2018 Nov;104:55–65. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2018.09.003>
27. Knobloch TJ, Uhrig LK, Pearl DK, Casto BC, Ferguson M, Daly BT, et al. Suppression of pro-inflammatory and pro-survival biomarkers in oral cancer patients consuming a black raspberry phytochemical-rich troche. *Cancer Prev Res*. 2016;9:159–71.
 28. Cardona F, Andrés-Lacueva C, Tulipani S, Tinahones FJ, Queipo-Ortuño MI. Benefits of polyphenols on gut microbiota and implications in human health. *J Nutr Biochem* [Internet]. 2013;24(8):1415–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.05.001>
 29. Fidelis M, Santos JS, Escher GB, Rocha RS, Cruz AG, Cruz TM, et al. Polyphenols of jaboticaba [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O.Berg] seeds incorporated in a yogurt model exert antioxidant activity and modulate gut microbiota of 1,2-dimethylhydrazine-induced colon cancer in rats. *Food Chem* [Internet]. 2021;334(July 2020):1–11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127565>
 30. Hester SN, Mastaloudis A, Gray R, Antony JM, Evans M, Wood SM. Efficacy of an Anthocyanin and Prebiotic Blend on Intestinal Environment in Obese Male and Female Subjects. *J Nutr Metab* [Internet]. 2018 Sep 13;2018:1–11. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/jnme/2018/7497260/>
 31. Al-Assal K, Martinez AC, Torrinhas RS, Cardinelli C, Waitzberg D. Gut microbiota and obesity. *Clin Nutr Exp* [Internet]. 2018 Aug;20:60–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.yclnex.2018.03.001>
 32. Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA, Magrini V, Mardis ER, Gordon JI. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*. 2006;444(7122):1027–31.
 33. Wu S, Hu R, Nakano H, Chen K, Liu M, He X, et al. Modulation of Gut Microbiota by *Lonicera caerulea* L. Berry Polyphenols in a Mouse Model of Fatty Liver Induced by High Fat Diet. *Molecules* [Internet]. 2018 Dec 5;23(12):1–11. Available from: <http://www.mdpi.com/1420-3049/23/12/3213>
 34. Rodríguez-Daza MC, Daoust L, Boutkrabt L, Pilon G, Varin T, Dudonné S, et al. Wild blueberry proanthocyanidins shape distinct gut microbiota profile and influence glucose homeostasis and intestinal phenotypes in high-fat high-sucrose fed mice. *Sci Rep*. 2020;10(1):1–16.
 35. Ceppa F, Mancini A, Tuohy K. Current evidence linking diet to gut microbiota and brain development and function. *Int J Food Sci Nutr* [Internet]. 2019 Jan 2;70(1):1–19. Available from: <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1462309>
 36. Hester SN, Mastaloudis A, Gray R, Antony JM, Evans M, Wood SM. Efficacy of

- an anthocyanin and prebiotic blend on intestinal environment in obese male and female subjects. *J Nutr Metab.* 2018;2018:1–12.
37. Guergoletto KB, Costabile A, Flores G, Garcia S, Gibson GR. In vitro fermentation of juçara pulp (*Euterpe edulis*) by human colonic microbiota. *Food Chem* [Internet]. 2016;196:251–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.048>
 38. Yan Y, Peng Y, Tang J, Mi J, Lu L, Li X, et al. Effects of anthocyanins from the fruit of *Lycium ruthenicum* Murray on intestinal microbiota. *J Funct Foods.* 2018;48(April):533–41.
 39. da Silva-Maia JK, Batista AG, Correa LC, Lima GC, Bogusz Junior S, Maróstica Junior MR. Aqueous extract of berry (*Plinia jaboticaba*) byproduct modulates gut microbiota and maintains the balance on antioxidant defense system in rats. *J Food Biochem.* 2019;43(2):1–11.
 40. Molan AL, Lila MA, Mawson J, De S. In vitro and in vivo evaluation of the prebiotic activity of water-soluble blueberry extracts. *World J Microbiol Biotechnol.* 2009;25(7):1243–9.
 41. Molan AL, Liu Z, Kruger M. The ability of blackcurrant extracts to positively modulate key markers of gastrointestinal function in rats. *World J Microbiol Biotechnol.* 2010;26(10):1735–43.
 42. Petersen C, Wankhade UD, Bharat D, Wong K, Mueller JE, Chintapalli S V., et al. Dietary supplementation with strawberry induces marked changes in the composition and functional potential of the gut microbiome in diabetic mice. *J Nutr Biochem* [Internet]. 2019;66:63–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.01.004>
 43. Morais CA, Oyama LM, de Moura Conrado R, de Rosso VV, do Nascimento CO, Pisani LP. Polyphenols-rich fruit in maternal diet modulates inflammatory markers and the gut microbiota and improves colonic expression of ZO-1 in offspring. *Food Res Int* [Internet]. 2015;77:186–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.043>
 44. Hidalgo M, Oruna-Concha MJ, Kolida S, Walton GE, Kallithraka S, Spencer JPE, et al. Metabolism of anthocyanins by human gut microflora and their influence on gut bacterial growth. *J Agric Food Chem.* 2012;60(15):3882–90.
 45. Aboonabi A, Singh I, Rose' Meyer R. Cytoprotective effects of berry anthocyanins against induced oxidative stress and inflammation in primary human diabetic aortic endothelial cells. *Chem Biol Interact* [Internet]. 2020 Feb;317(September 2019):108940. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2020.108940>
 46. McAnulty LS, Collier SR, Pike J, Thompson KL, McAnulty SR. Time course of blueberry ingestion on measures of arterial stiffness and blood pressure. *J Berry*

- Res. 2019;9(4):641–64.
47. Hassellund SS, Flaa A, Kjeldsen SE, Seljeflot I, Karlsen A, Erlund I, et al. Effects of anthocyanins on cardiovascular risk factors and inflammation in pre-hypertensive men: A double-blind randomized placebo-controlled crossover study. *J Hum Hypertens* [Internet]. 2013;27(2):100–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/jhh.2012.4>
 48. Arpita Basu, Mei Du, Misti J. Leyva, Karah Sanchez, Nancy M. Betts MW, Christopher E. Aston and TJL. Blueberries Decrease Cardiovascular Risk Factors in Obese Men and Women with Metabolic Syndrome. *J Nutr Nutr Physiol Metab Nutr Interact*. 2010;31:1–33.
 49. Basu A, Betts NM, Ortiz J, Simmons B, Wu M, Lyons TJ. Low-energy cranberry juice decreases lipid oxidation and increases plasma antioxidant capacity in women with metabolic syndrome. *Nutr Res* [Internet]. 2011;31(3):190–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nutres.2011.02.003>
 50. Cassidy A, Mukamal KJ, Liu L, Franz M, Eliassen AH, Rimm EB. High anthocyanin intake is associated with a reduced risk of myocardial infarction in young and middle-aged women. *Circulation*. 2013;127(2):188–96.
 51. Alvarez-Suarez JM, Giampieri F, Tulipani S, Casoli T, Di Stefano G, González-Paramás AM, et al. One-month strawberry-rich anthocyanin supplementation ameliorates cardiovascular risk, oxidative stress markers and platelet activation in humans. *J Nutr Biochem* [Internet]. 2014;25(3):289–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.11.002>
 52. Serino A, Zhao Y, Hwang J, Cullen A, Deeb C, Akhavan N, et al. Gender differences in the effect of blackberry supplementation in vascular senescence and atherosclerosis in ApoE^{-/-} mice. *J Nutr Biochem* [Internet]. 2020 Jun;80:1–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108375>
 53. Kirakosyan A, Seymour EM, Kondoleon N, Gutierrez E, Wolforth J, Bolling S. The intake of red raspberry fruit is inversely related to cardiac risk factors associated with metabolic syndrome. *J Funct Foods* [Internet]. 2018;41(August 2017):83–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.12.033>
 54. Alarcón M, Fuentes E, Olate N, Navarrete S, Carrasco G, Palomo I. Strawberry extract presents antiplatelet activity by inhibition of inflammatory mediator of atherosclerosis (sP-selectin, sCD40L, RANTES, and IL-1 β) and thrombus formation. *Platelets* [Internet]. 2015 Apr 3;26(3):224–9. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09537104.2014.898747>
 55. Tran PHL, Tran TTD. Blueberry Supplementation in Neuronal Health and Protective Technologies for Efficient Delivery of Blueberry Anthocyanins. *Biomolecules* [Internet]. 2021 Jan 14;11(1):102. Available from: <https://www.mdpi.com/2218-273X/11/1/102>

56. Neshatdoust S, Saunders C, Castle SM, Vauzour D, Williams C, Butler L, et al. High-flavonoid intake induces cognitive improvements linked to changes in serum brain-derived neurotrophic factor: Two randomised, controlled trials. *Nutr Heal Aging*. 2016;4(1):81–93.
57. Whyte AR, Cheng N, Butler LT, Lamport DJ, Williams CM. Flavonoid-Rich Mixed Berries Maintain and Improve Healthy Adults. 2019;1–14.
58. Whyte AR, Rahman S, Bell L, Edirisinghe I, Krikorian R, Williams CM, et al. Improved metabolic function and cognitive performance in middle-aged adults following a single dose of wild blueberry. *Eur J Nutr* [Internet]. 2021;60(3):1521–36. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02336-8>

Capítulo 24

SUBSTITUTOS DE GORDURA EM PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Layra Catarina de Almeida Xavier ; Raimundo Bernadino Filho 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: raimundobfh@gmail.com.br*

Resumo: Diversos produtos cárneos encontrados nas prateleiras dos mercados apresentam a vantagem de serem alimentos práticos, convenientes, de fácil e rápido preparo e consumo, sendo consumidos como lanche ou como parte de outras refeições. No entanto, um dos problemas encontrados no consumo frequente desses produtos é o seu alto teor de gordura, causando preocupação do ponto de vista da saúde. A redução do teor de gordura animal em produtos cárneos é necessária para a sobrevivência da indústria cárnea, havendo a necessidade de adequação para atender as exigências do consumidor. Logo, o objetivo desta pesquisa foi fazer um levantamento, por meio de uma revisão sistemática, dos principais ingredientes utilizados como substitutos de gordura animal (parcial ou total) em produtos cárneos. Foi feito um levantamento em outubro de 2021 dos artigos publicados a partir de 2016 sobre substitutos de gordura em produtos cárneos nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *ScienceDirect*. Foram encontrados 51 artigos e após aplicação dos métodos de inclusão/exclusão, 12 artigos permaneceram para realização da revisão sistemática. O uso de fibras dietéticas e óleos vegetais se destacam na produção dos substitutos de gordura elaborados, trazendo propriedades tecnológicas adequadas, melhorias nutricionais e boa aceitação sensorial. A salsicha foi o principal produto cárneo elaborado com substituto de gordura. A realização da avaliação sensorial foi de grande importância para determinar a possível aceitação no mercado dos produtos cárneos produzidos com substitutos de gordura. Esta revisão sistemática permitiu o levantamento de dados não tendenciosos sobre substitutos de gordura animal em produtos cárneos.

Palavras-chave: substitutos de gordura; produtos cárneos; análise sensorial

INTRODUÇÃO

A carne é caracterizada pela natureza das proteínas que fazem parte da sua composição, bem como dos seus aminoácidos essenciais, seu teor de umidade, conteúdo de gordura, vitaminas, sais minerais, glicídios e demais componentes (1). Esse alimento apresenta elevado valor nutritivo e é rico em água, por isso a utilização de aditivos, métodos de conservação pelo frio e as boas práticas de fabricação (BPF) são essenciais e permitem a obtenção de produtos cárneos saudáveis e seguros ao consumo (2).

Os derivados cárneos são definidos como produtos alimentícios preparados total ou parcialmente com carnes, miúdos ou gorduras, e também subprodutos comestíveis que são provenientes de animais de abate e, ocasionalmente, de ingredientes de origem vegetal, além de condimentos, especiarias e aditivos permitidos (3). Devido ao crescente aumento na diversidade de produtos cárneos encontrados nas prateleiras dos mercados que são práticos, convenientes, de fácil e rápido preparo e consumo, como as salsichas, hambúrgueres, linguiças, salames, empanados, mortadelas, patês e entre outros, esses produtos são consumidos como lanche e como parte de outras refeições de muitas famílias do mundo (4). Um dos problemas encontrados no consumo frequente desses produtos é a sua alta concentração de gordura nesses alimentos, especialmente gordura saturada, sendo um fator preocupante do ponto de vista da saúde (5).

A gordura é um componente de alta importância na composição dos alimentos e ela tem elevada influência na determinação da textura, aparência, sabor e mouthfeel (cremosidade, derretimento, lubricidade e espessura) do produto alimentício (6). Em produtos cárneos, a gordura tem uma função importante na estabilidade da emulsão, assim como na perda de peso pelo processo de cocção, na melhora da capacidade de retenção de água (CRA), na capacidade de ligação e nas propriedades estruturais e reológicas, refletindo na suculência e maciez do produto, apresentando papel relevante na qualidade sensorial do produto final (7).

O consumo excessivo de gordura apresenta alta correlação com o surgimento de doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, diabetes e obesidade. A redução da ingestão de gordura é uma maneira de diminuir os fatores de risco do surgimento desses problemas de saúde (8). Este é um dos motivos pelos quais os consumidores estão mais conscientes da importância de reduzir o consumo de gordura, procurando assim alimentos menos calóricos e com menor teor de gordura em sua composição (9).

Os primeiros produtos cárneos com teor de gordura reduzido foram produzidos em 1990, porém eles não apresentaram boa aceitação sensorial quando comparados com o produto convencional (teor de gordura padrão). Os maiores desafios encontrados na produção destes produtos é a melhoria da textura e redução da liberação de água na embalagem durante o seu armazenamento (10; 11). Outros problemas observados em produtos cárneos com redução de gordura é a diminuição no tamanho das partículas de emulsão, falta de sabor, coloração escura e redução da vida útil do ponto de vista microbiológico (12; 13).

A redução do teor de gordura em produtos cárneos é uma tendência e exigência do mercado. Para realizar a substituição de gordura em um alimento é necessário considerar a quantidade de gordura a ser removida, a natureza e as características do produto, e o tipo de processamento a que ele será submetido (14). Estudos e pesquisas mostram que em produtos cárneos são utilizados como substitutos de gordura a proteína de soja, proteínas modificadas, gelificantes, gomas, estabilizantes, emulsificantes, amido

e fibras alimentares (14; 15; 16; 17; 18). Os substitutos de gordura devem apresentar características sensoriais e funcionais semelhantes às características da gordura, porém contendo um teor calórico menor (14). Cada substituto de gordura tem propriedades funcionais próprias, oferecendo vantagens e limitações para uso (19). Para que seja realizada a redução da quantidade de gordura em alimentos, é imprescindível conhecer a matriz do alimento e o papel multifuncional da gordura, pois a mesma tem relação direta com características sensoriais importantes do produto final (20; 21).

Logo, a redução do teor de gordura em produtos cárneos é muito importante e necessária para a sobrevivência da indústria cárnea, de forma que a mesma precisa adequar-se para atender as exigências do consumidor que está cada vez mais exigente. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi fazer um levantamento por meio de uma revisão sistemática de literatura dos principais ingredientes utilizados como substitutos (parcial ou total) de gordura animal em produtos cárneos. Por meio da revisão realizada, foi possível compilar informações confiáveis, de forma não tendenciosa, sobre o uso de ingredientes utilizados como substitutos de gordura animal em produtos cárneos; comparar a viabilidade dos substitutos de gordura em relação às propriedades tecnológicas e à qualidade sensorial; e identificar as principais vantagens, desvantagens e limitações no uso de substitutos de gorduras em produtos cárneos.

METODOLOGIA

Foi feito um levantamento em outubro de 2021 dos artigos publicados a partir de 2016 sobre substitutos de gordura em produtos cárneos nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *ScienceDirect* para elaboração da revisão sistemática.

Para seleção dos artigos fez-se uma busca virtual nas bases de dados citadas utilizando operadores booleanos, através do uso das palavras-chave combinadas “substituto de gordura” e “produto cárneo”, bem como seus correspondentes em inglês, ou seja, “fat substitute” ou “fat replacer” e “meat product”. Para a realização da busca foi utilizado o operador booleano “AND” e “OR”.

Critérios de inclusão/exclusão

Para que os artigos fizessem parte da revisão, as palavras-chave citadas deveriam estar presentes no título, resumo ou nas palavras-chave do mesmo. As publicações foram pré-selecionadas por meio da leitura do título da obra e do seu resumo. Os artigos repetidos nas bases de dados foram excluídos. Apenas artigos escritos em inglês ou em português foram escolhidos. Foram utilizados para a revisão somente artigos originais. Não foram incluídos na pesquisa teses, dissertações, monografias, livros, levantamentos de dados e trabalhos de revisão. Também foram utilizados apenas os artigos experimentais e que avaliaram sensorialmente os substitutos de gordura estudados.

Amostra

Foram pré-selecionados 51 artigos, sendo três da base *Web of Science*, 35 no *Scopus* e 13 no *ScienceDirect*. Desses artigos, 12 foram descartados por estarem repetidos em bases diferentes, 21 foram excluídos por não avaliar sensorialmente o substituto de gordura estudado, um foi excluído por não estar escrito em inglês nem em português,

quatro por serem artigos de revisão e um por ser um estudo de vida de prateleira. Logo, foram utilizados 12 artigos para leitura completa e realização da revisão sistemática de literatura. A Figura 1 representa o fluxograma da seleção dos artigos utilizados para realização desta revisão sistemática da literatura.

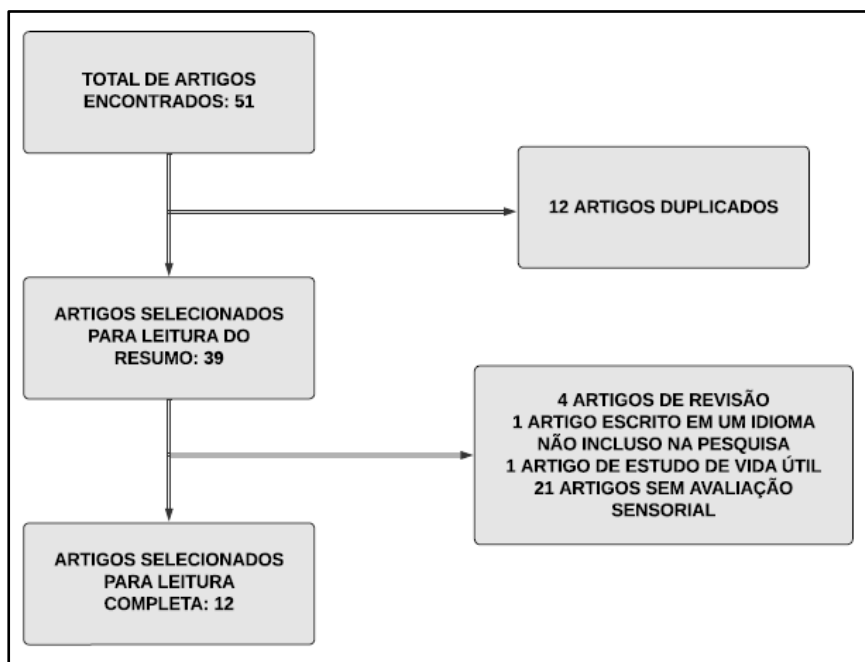


Figura 1: Fluxograma do procedimento de seleção dos artigos utilizados na revisão sistemática
 Fonte: A autora, 2022.

Análise de dados

Foi realizada a leitura completa dos 12 artigos selecionados, focando em qual o substituto de gordura utilizado, qual o produto cárneo produzido e quais os resultados encontrados na avaliação sensorial em comparação com o produto convencional (amostra controle).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais informações encontradas nos 12 artigos selecionados para realização da revisão sistemática estão expostas na Tabela 1. Na tabela estão indicados o autor principal do artigo, o ano de publicação da obra, o substituto de gordura utilizado, o produto cárneo que foi elaborado e quais as principais características observadas no produto desenvolvido com o teor de gordura reduzido.

A utilização de óleos vegetais e fibras dietéticas como ingredientes para o desenvolvimento dos substitutos de gordura recebem destaque nos trabalhos selecionados na elaboração das formulações de produtos cárneos, e entre as fibras dietéticas utilizadas, a inulina apresenta grande visibilidade. Sendo assim, esses ingredientes mostram grande potencial de uso como substitutos de gordura. No caso das fibras, elas ajudam na redução da dureza e na melhoria de outras características tecnológicas causadas pela retirada da gordura do alimento, como a capacidade de retenção de água (CRA) (22; 23; 24; 25; 26;

27). No caso dos óleos vegetais, eles apresentam a grande vantagem de modificar positivamente o perfil dos ácidos graxos dos lipídios, aumentando o percentual de gordura mono e poliinsaturada, reduzindo a gordura saturada, e diminuindo o colesterol do alimento (23; 26; 28; 29; 30; 31; 32; 33).

Também é possível observar que uma das tendências em relação aos substitutos de gordura em produtos cárneos é o uso de ingredientes diferentes em conjunto para elaboração dos substitutos, obtendo-se assim propriedades tecnológicas desejadas, qualidade nutricional, bem como propriedades sensoriais almejadas (Tabela 1). A mistura de ingredientes permite trazer ao produto cárneo a característica individual esperada de cada componente, estudar o efeito da união dos mesmos e verificar o impacto que ela pode trazer em relação ao sensorial e às demais propriedades do alimento

Tabela 1: Principais informações dos artigos selecionados para produção da revisão sistemática

AUTOR	ANO	SUBSTITUTO DE GORDURA	PRODUTO CÁRNEO	CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO
HUBER <i>et al.</i> (21)	2016	Fibras de aveia, bambu, trigo, ervilha, maçã e batata	Hambúrguer de frango	Todas as fibras utilizadas mostraram resultados aceitáveis. As fibras de bambu, ervilha e trigo apresentaram os melhores resultados de propriedades higroscópicas, estabilidade emulsificante e coloração aceitável.
AFSHARI <i>et al.</i> (23)	2017	Inulina, β -glucan, óleo de canola e azeite de oliva	Hambúrguer	Houve uma melhoria no perfil de ácidos graxos. A adição das fibras trouxe as propriedades tecnológicas adequadas e uso da emulsão de óleo em água trouxe melhorias nutricionais ao hambúrguer.
NIETO <i>et al.</i> (28)	2017	Extrato de hidroxitirosol com azeite de oliva ou nozes.	Salsicha de frango	O azeite e as nozes melhoraram a estabilidade da emulsão. Um dos extratos de hidroxitirosol foi aceito na análise sensorial.
SILVA <i>et al.</i> (29)	2019	Oleogel feito de pele de porco, água e óleo de girassol	Salsicha de Bolonha	Maior estabilidade de emulsão. Até 50% da gordura substituída, a aceitação e o perfil sensorial do produto não foram afetados. Houve redução do colesterol e do valor energético do produto.
SOUZA <i>et al.</i> (24)	2019	Fibra de aveia e inulina	Linguiça Paio	Produto obtido com maior teor de umidade, apresentando cor, sabor e aceitabilidade geral

				compatíveis. A linguiça com inulina apresentou melhor resultado em relação à textura. A formulação com 6% de inulina e 0,85% de fibra foi aceita sensorialmente, sem comprometer as propriedades tecnológicas.
YANG <i>et al.</i> (30)	2019	Pickering emulsão de óleo/água com nanopartículas de polissacarídeos de <i>Flammulina velutipes</i> (FVPN) como estabilizador	Salsicha emulsionada	Foi observado aumento do teor de umidade e de proteínas. O produto apresentou melhor viscosidade e coesão. Também observou-se uma menor perda de cozadura, redução da dureza e da mastigabilidade.
BIS-SOUZA <i>et al.</i> (25)	2020	Fruto-oligosacarídeos (FOS) e as estirpes probióticas de <i>Lactobacillus paracasei</i> e <i>Lactobacillus rhamnosus</i> .	Spanish Salchichón	Textura, cor e demais características sensoriais semelhantes às do produto convencional. As bactérias contribuem para a segurança e estabilidade do produto. Os FOS permitem a redução de gordura e trazem a característica de produto prebiótico.
MARTINS <i>et al.</i> (31)	2020	Oleogel a base de óleo de linhaça	Paté	Houve redução da dureza e da aderência do produto. O óleo de linhaça causou um aumento no teor de ácidos graxos poliinsaturados. A formulação controle foi a preferida pelos painelistas sensoriais.
PAGLARINI <i>et al.</i> (26)	2020	Gel de emulsão de alta fibra com inulina, isolado de proteína de soja e óleo de soja	Salsicha de Bolonha de carne de frango e suína	Houve aumento no teor de fibras e de ácidos graxos poliinsaturados. O produto apresentou-se mais macio, elástico e coeso, sendo aceitável de acordo com a análise sensorial.
CÂMARA <i>et al.</i> (32)	2021	Gel de emulsão a base de mucilagem de chia e azeite	Salsicha de Bolonha	Houve aumento dos ácidos graxos poliinsaturados. Salsichas menos coesivas e mais elásticas. A matriz proteica apresentou-se menos densa.
NACAK <i>et al.</i> (33)	2021	Emulsão gelada com óleo de amendoim e óleo de linhaça	Salsicha emulsificada	Redução dos ácidos graxos saturados e do colesterol. Houve um aumento no teor de ácidos graxos mono e poliinsaturados. Foi observada alteração da

				coloração e textura, porém a estabilidade da emulsão e das características de cozedura foram melhoradas. As características sensoriais foram aceitáveis.
ZHAO <i>et al.</i> (27)	2021	Fibra do bagaço de kiwi em pó (pulverizada)	Almôndega de carne suína	O produto com 3% de fibra apresentou aceitabilidade sensorial satisfatória. A almôndega com boas propriedades de textura. A fibra conseguiu adsorver o colesterol e a glicose de maneira notável.

Fonte: A autora, 2022

Um fato relevante que pode ser observado no Figura 2 é que 50% dos trabalhos selecionados para realização da revisão sistemática foram desenvolvidos por autores principais que estudam em universidades brasileiras, o que mostra como o Brasil tem desenvolvido pesquisas relevantes sobre o tema e apresenta pesquisadores que se destacam nesta área de ciência e tecnologia de carnes e derivados (22; 24; 25; 26; 29; 32). Depois do Brasil, a China é o segundo país (17%) onde ficam localizadas as universidades de outros dois autores principais dos artigos selecionados para elaboração da revisão sistemática.

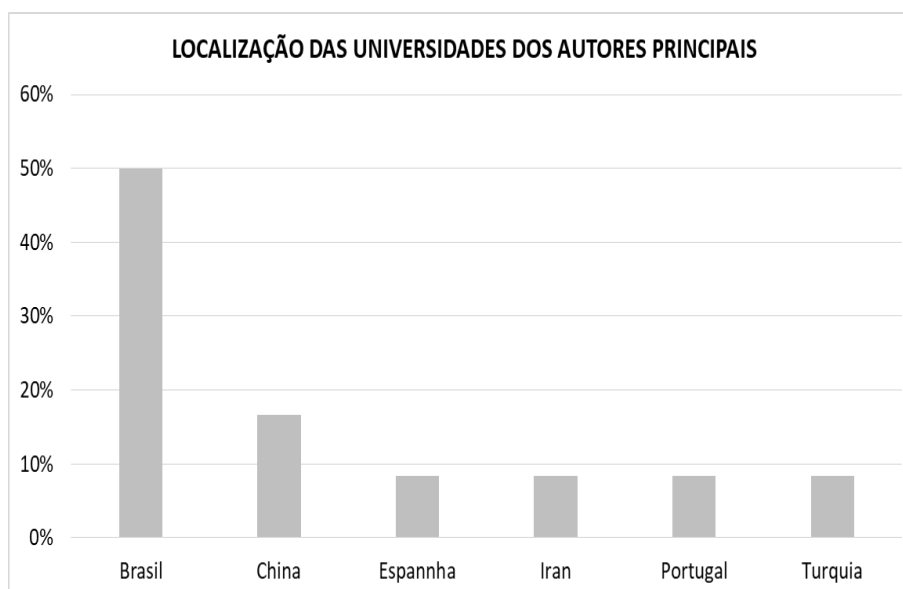


Figura 2: Localização das universidades de onde são os autores principais (país)

Fonte: A autora, 2021.

É possível observar que atualmente as pesquisas sobre substitutos de gordura vem aumentando, visto que 50 % dos artigos selecionados foram publicados nos últimos três anos (Figura 3). Isso tem relação com o fato de os consumidores estarem cada vez mais preocupados com os alimentos que consomem, demandado uma maior oferta de

alimentos saudáveis que possuam um apelo de saúde, sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de novos alimentos ou a reformulação de alimentos convencionais, requisitando e incentivando o aumento das pesquisas relacionadas a este assunto.

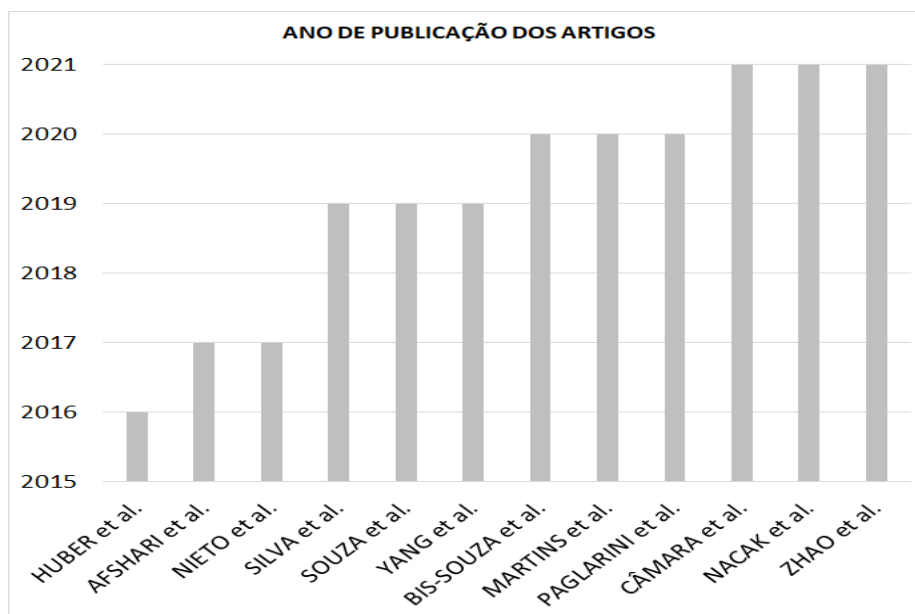


Figura 3: Ano de publicação dos artigos selecionados
 Fonte: A autora, 2021.

É notável que a salsicha foi o principal produto cárneo estudado para redução do teor de gordura através da reformulação no uso de substitutos de gordura, representando 58 % do tipo de produto cárneo elaborado nos artigos selecionados para realização da presente revisão sistemática. Seguido deste produto cárneo, encontra-se o hambúrguer (Figura 4). Esses dois produtos cárneos são de fácil acesso e rápido preparo, podendo ser consumidos tanto em lanches, principalmente fast food, quanto como proteína nas refeições diárias.

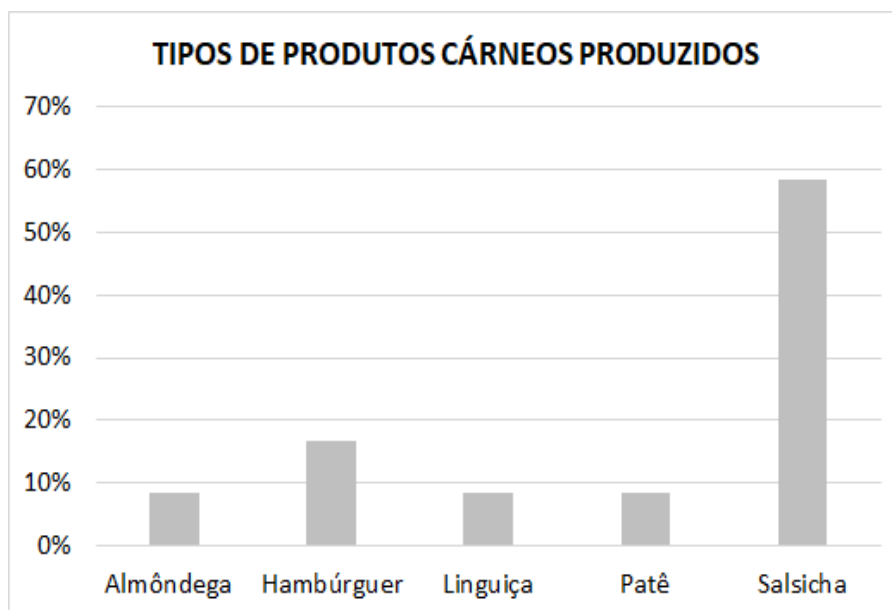


Figura 4: Tipos de produtos cárneos elaborados nos trabalhos selecionados
 Fonte: A autora, 2021.

Como pode ser observado no Figura 5, 42 % das análises sensoriais dos trabalhos selecionados foram realizadas com painelistas treinados, enquanto os demais estudos (58 %) realizaram a avaliação sensorial com o público voluntário não treinado. A realização de uma avaliação sensorial ao se desenvolver um novo produto ou reformular um produto já existente é de grande importância, pois ela é capaz de apontar se o alimento tem potencial mercadológico, através da avaliação da intenção de compra do produto e se o mesmo é compatível com os desejos e exigências dos consumidores, visto que apenas o fator de saudabilidade do produto não é o suficiente para que o consumidor fique satisfeito (34).

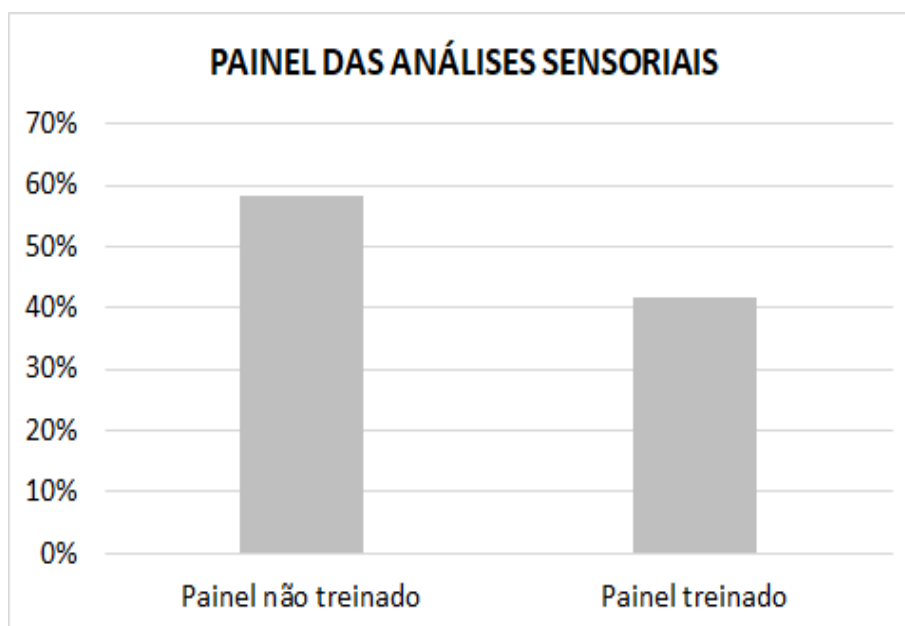


Figura 5: Tipo de painel utilizado nas análises sensoriais dos artigos selecionados

Fonte: A autora, 2022.

Através da revisão sistemática realizada é possível observar que a pesquisa relacionada ao desenvolvimento de produtos cárneos mais saudáveis é crescente, respondendo à preocupação da população acerca da qualidade nutricional dos alimentos consumidos e procura por produtos mais saudáveis e que tragam benefícios à saúde.

Os trabalhos selecionados mostraram que a substituição de gordura em produtos cárneos é capaz de tornar o alimento potencialmente mais saudável, menos calórico, com melhores propriedades tecnológicas e, até mesmo, semelhantes aos produtos convencionais, apresentando grande potencial de aplicação.

O uso de fibras na elaboração dos substitutos de gordura reflete a estratégia de, além de compensar os problemas tecnológicos causados pela remoção da gordura do alimento, também ser capaz de trazer o apelo de entregar um produto rico em fibras e com característica prebiótica, o que pode ser um maior atrativo para os consumidores (22; 23; 24; 24; 26; 27).

A utilização do azeite de oliva e de outros óleos vegetais é capaz de modificar o perfil dos ácidos graxos dos produtos cárneos reformulados, reduzindo o teor de gordura saturada e aumentando os teores de ácidos graxos mono e poliinsaturados, baixando o nível de colesterol, tornando o alimento mais saudável que os produtos convencionais encontrados no mercado (23; 26; 28; 29; 30; 31; 32; 33).

Os trabalhos desenvolvidos utilizando fibras como substitutos de gordura animal, adicionada intencionalmente no preparo de derivados cárneos, evidenciam que esse ingrediente é eficaz na redução da dureza causada pela remoção da gordura do produto, melhorando a aceitação sensorial dos produtos com teor de gordura reduzido (22; 23). Porém ao utilizar fibras como substituto de gordura pode haver alteração na coloração do produto, o que influencia negativamente na aparência do alimento e conseqüentemente na sua aceitação sensorial, por isso é importante estudar e escolher cautelosamente a fibra dietética que seja compatível com o produto cárneo desenvolvido e utilizá-la em uma concentração que não comprometa esse aspecto sensorial do alimento (22; 24; 27). Afshari *et al.* (23) também encontrou nos seus resultados que o uso de inulina e β -glucan reduzem a percepção do sabor da carne e aumentam o sabor de amido no alimento, sendo necessário utilizar esses ingredientes com uma proporção bem definida e não em demasia, evitando a não aceitação do produto. Huber *et al.* (22) em sua pesquisa encontrou melhorias nas propriedades tecnológicas do hambúrguer de frango em relação às propriedades higroscópicas, boa emulsão e estabilidade da mesma.

A elaboração de oleogéis e de emulsões de óleo contribuem para redução da dureza e para manutenção da estabilidade da emulsão, agindo assim tanto como estabilizante como emulsionante em produtos cárneos emulsionados, além de permitir a utilização de óleos vegetais e azeites que modifiquem o perfil dos ácidos graxos dos lipídeos presentes na matriz do alimento, reduzindo o colesterol e aumentando o teor de ácidos graxos mono e poliinsaturados (23; 26; 28; 29; 30; 32; 33). Nacak *et al.* (33) ao elaborar salsicha emulsionada utilizando uma emulsão gelada de óleo de amendoim e linhaça encontrou efeitos negativos na coloração e textura do produto, porém houve resultados positivos em relação à estabilidade da emulsão e na aceitação sensorial do produto. Yang *et al.* (30) utilizando uma emulsão de óleo de palma em água como substituto de gordura na elaboração de salsicha emulsionada obteve melhoria da viscosidade e da coesão do produto cárneo. As salsichas de Bolonha elaboradas por

Paglarini *et al.* (26) com uso de gel de emulsão de alta fibra (EG) com inulina, isolado de proteína de soja e óleo de soja mostraram-se mais macias, elásticas e coesas. Sendo assim, a elaboração de emulsões de óleos vegetais para utilização como substituto de gordura apresenta grande potencial, pois é capaz de melhorar as características nutricionais do produto e suas propriedades tecnológicas.

A realização da avaliação sensorial dos produtos elaborados foi essencial para avaliar sua qualidade sensorial e seu potencial mercadológico. A maioria dos estudos foram realizados com juízes não treinados, sendo esse tipo de teste sensorial feito para verificar se os possíveis consumidores do produto desenvolvido gostaram do alimento e se comprariam ele caso o mesmo fosse comercializado. A análise sensorial realizada com julgadores treinados é uma avaliação mais minuciosa e complexa, que procura analisar os detalhes sensoriais do produto analisado. Nesse tipo de avaliação sensorial os painelistas têm a habilidade de perceber e identificar características sensoriais dos produtos que consumidores normalmente não conseguem notar, devido ao treinamento específico para o produto a ser analisado (34). Como um dos pontos de grande relevância em pesquisas de desenvolvimento de novos produtos é estudar a aceitação e o potencial sucesso do produto no mercado, a realização de uma análise sensorial com painel não treinado seria o indicado, como foi o que a maioria dos autores dos trabalhos selecionados para esta revisão fizeram. Porém os autores que realizaram a avaliação sensorial com painelistas treinados têm resultados detalhados sobre as características sensoriais dos produtos, o que pode ser útil para o desenvolvimento de novos trabalhos ou melhorias no produto elaborado.

Todos os estudos analisados mostraram bons resultados na melhoria nutricional dos produtos cárneos reformulados, melhoria das propriedades tecnológicas e apresentaram resultados das avaliações sensoriais aceitáveis, com exceção do patê elaborado por Martins *et al.* (31) no qual a amostra controle foi a mais aceita e preferida pelos avaliadores. Um ponto a ser observado em relação ao trabalho desenvolvido por Martins *et al.* (31) é que a avaliação sensorial foi realizada por um painel treinado, sendo este fato de grande relevância, pois os detalhes sensoriais do alimento são avaliados de forma minuciosa pelos avaliadores nesse tipo de análise, não sendo uma avaliação com os potenciais consumidores do produto elaborado. O patê desenvolvido poderia ter resultados diferentes em relação à análise sensorial se os autores realizassem uma avaliação utilizando painelistas não treinados.

Os resultados das avaliações sensoriais dos produtos produzidos com substitutos de gordura animal mostram o potencial do uso dos substitutos de gordura desenvolvidos para oferecer alimentos mais saudáveis, nutritivos e atraentes do ponto de vista sensorial. Porém é preciso destacar a importância de estudar a aplicação do substituto no produto cárneo específico, não apenas verificando as propriedades tecnológicas e nutricionais, mas também testando se o produto potencial agrada os seus possíveis consumidores.

CONCLUSÕES

A realização da revisão sistemática permitiu o levantamento de dados de maneira não tendenciosa sobre os substitutos de gordura animal em produtos cárneos, com o intuito de tornar esses alimentos mais saudáveis e assim atender a demanda dos consumidores que estão mais preocupados com a saúde.

É notória a relevância das universidades brasileiras no desenvolvimento de pesquisas na área. Também se percebe que as fibras e os óleos vegetais se destacam como ingredientes para produção dos substitutos de gordura, e outro destaque é a utilização em conjunto desses ingredientes para elaboração de substitutos saudáveis e que compensam a falta que a gordura animal traz ao produto, conseguindo assim, propriedades tecnológicas adequadas, melhorias nutricionais e sensoriais.

A realização da avaliação sensorial mostrou-se crucial para mostrar como os produtos cárneos desenvolvidos com substitutos de gordura podem ter potencial de mercado e podem ser explorados pelas indústrias alimentícias para produção de produtos mais saudáveis e que também atendam às exigências do ponto de vista sensorial dos consumidores.

REFERÊNCIAS





1. PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2.ed. Goiânia: UFG. 2001.
2. TERRA, N. N. Seção 3. Industrialização da carne. Apontamentos de tecnologia de carnes. São Leopoldo, RS. 1998.
3. ORDÓÑEZ, J. A. O. Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal. Porto Alegre; 2005.
4. OLIVEIRA, D. F., COELHO, A. R., BURGARDT, V. da C da F., HASHIMOTO, E. H., LUNKES, A. M., MARCHI, J. F., & TONIAL, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. *Brazilian J. of Food Technology*, 2013; 163-174.
5. WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*; 2010; 196-213.
6. CARRAPISO, A. I. Effect of fat content on flavour release from sausages. *Food Chemistry*. 2007; 396-403.
7. CABRERA E SAADOUN. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. *Meat Science - Journal Elsevier*. 2014; 435-444.
8. VIANA, F. R.; SILVA, V. M.; CARVALHO, M. G.; OLIVEIRA, A. L.; SILVESTRE, M. P. C. Efeito da substituição parcial da gordura pela globina e plasma bovinos em patê de presunto. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 2003; 233-240.
9. SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. Probióticos e Prebióticos em Alimentos: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas. São Paulo; 2011.
10. CLAUS, J. R.; HUNT, M. C.; KASTNER, C. L.; KROPF, D. H. Low-fat, high-added water bologna: effects of massaging, preblending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. *Journal of Food Science*, Chicago. 1990; 338-341.
11. RESURRECCION, A. V. A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science*. 2003; 11-20.
12. KEETON, J. T. Low-fat meat products – technological problems with processing. *Meat Science*. 1995; 261-276.
13. CENGIZ, E.; GOKOGLU, N. Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter – type sausages with fat reduction and fat replacers addition. *Food Chemistry*. 2005; 443 - 447.

14. DIAS, A. A. Substitutos de gordura aplicados em alimentos para fins especiais. Monografia. 2007. Pós graduação Lato Sensu - Curso de Especialização em Tecnologia de Alimentos, Universidade de Brasília. 2007.
15. BERNARDINO FILHO, R.; OLIVEIRA, S. P.; GOMES, Q. O. Elaboração de hambúrguer bovino adicionado de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró. 2012; 33-37.
16. CARRARO, C. I. Aplicação de amidos resistentes como ingredientes extensores substitutos de gordura em produto cárneo emulsionado. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2012.
17. NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Tendências da reformulação de produtos cárneos. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*. 2015; 689-702.
18. SILVA E. K.; MARTELLI-TOSI M.; VARDANEGA R.; NOGUEIRA G. C.; ZABOT G. L.; MEIRELES M. A. A. Technological characterization of biomass obtained from the turmeric and annatto processing by using green technologies, *Journal of Cleaner Production*. 2018.
19. PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. *Alimentos e Nutrição*. 2004; 175-186.
20. MITTAL, G. S.; BARBUT, S. Effects of fat reduction on frankfurters physical and sensory characteristics. *Food Research International*. 1994; 425- 431.
21. HUBER, E. Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura. Tese. 2012. 221f. (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Pós-graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2012.
22. HUBER, E., FRANCO, D. L., BIASI, V., MEZZOMO, N.; FERREIRA, S. R. S. Characterization of vegetable fiber and its use in chicken burger formulation. *Journal of Food Science and Technology*. 2016; 3043-3052.
23. AFSHARI, R., HOSSEINI, H., KHANEGHAH, A. M., & KHAKSAR, R. (2017). Physico-chemical properties of functional low-fat beef burgers: fatty acid profile modification. *LWT - Food Science and Technology*, 78, 325-331.
24. SOUZA, C. V. B., BELLUCCI, E. R. B., LORENZO, J. M.; BARRETTO, A. C. S.. Low-fat Brazilian cooked sausage-Paio – with added oat fiber and inulin as a fat substitute: effect on the technological properties and sensory acceptance. *Food Science and Technology*. 2019; 295-303.
25. BIS-SOUZA, C. V.; PATEIRO, M.; DOMÍNGUEZ, R.; PENNA, A. L. B.; LORENZO, J. M.; BARRETTO, A. C. S. Impact of fructooligosaccharides and probiotic strains on the quality parameters of low-fat Spanish Salchichón. *Meat Science*. 2020.
26. PAGLARINI, C. S.; VIDAL, V. A. S.; RIBEIRO, W.; RIBEIRO, A. P. B.; BERNARDINELLI, O. D.; HERRERO, A. M.; RUIZ-CAPILLAS, C.; SABADINI, E.; POLLONIO, M. A. R. Using inulin-based emulsion gels as fat substitute in salt reduced Bologna sausage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020; 505-517.
27. ZHAO, D.; GUO, C.; LIU, X.; XIAO, C. Effects of insoluble dietary fiber from kiwi fruit pomace on the physicochemical properties and sensory characteristics

- of low-fat pork meatballs. *Journal of Food Science and Technology.*, 2021, 1524–1537.
28. NIETO, G.; MARTÍNEZ, L.; CASTILLO, J.; ROS, G. (2017). Hydroxytyrosol extracts, olive oil and walnuts as functional components in chicken sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2017; 3761– 3771.
 29. SILVA, S. L.; AMARAL, J. T.; RIBEIRO, M.; SEBASTIÃO, E. E.; VARGAS, C.; FRANZEN, F. L.; SCHNEIDER, G.; LORENZO, J. M.; FRIES, L. L. M.; CICHOSKI, A. J.; CAMPAGNOL, P. C. B. Fat replacement by oleogel rich in oleic acid and its impact on the technological, nutritional, oxidative, and sensory properties of Bologna- type sausages. *Meat Science.* 2019; 141–148.
 30. YANG, Y., WANG, W., WU, Z., WANG, X., ZHANG, K., & LI, Y. (2019). O/W pickering emulsions stabilized by *Flammulina velutipes* polysaccharide nanoparticles as a fat substitute: The effects of phase separation on emulsified sausages techno-functional and sensory quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2019; 268– 276.
 31. MARTINS, A. J., LORENZO, J. M., FRANCO, D., PATEIRO, M., DOMÍNGUEZ, R., MUNEKATA, P. E., PASTRANA, L. M., VICENTE, A. A., CUNHA, R. L., CERQUEIRA, M. A. Characterization of enriched meat-based pâté manufactured with oleogels as fat substitutes. *Gels.* 2020; 6, 17.
 32. CÂMARA, A. K. F. I., VIDAL, V. A. S., SANTOS, M., BERNARDINELLI, O. D., SABADINI, E., POLLONIO, M. A. R.. Reducing phosphate in emulsified meat products by adding chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage in powder or gel format: A clean label technological strategy. *Meat Science.* 2021; 163.
 33. NACAK, B.; ÖZTÜRK-KERIMOĞLU, B.; YILDIZ, D.; ÇAGINDI, Ö.; SERDAROĞLU, M. Peanut and linseed oil emulsion gels as potential fat replacer in emulsified sausages. *Meat Science.* 2021; 176.
 34. TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes.*, 2009; 1-14.

Capítulo 25

MORINGA *OLEIFERA* E SUAS APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A ÁREA DE ALIMENTOS

Herlândia Cotrim Santos ^a ; Gláucia Valéria Fonseca Leonel ^a ; Charles
Cardoso Santana ^b ; Ana Clarissa dos Santos Pires ^a 

^a Grupo de Termodinâmica Molecular Aplicada, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Av, PH Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa, MG 36570-000, Brasil

^b Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Av, PH Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa, MG 36570-000, Brasil

*Autor correspondente – Email: ana.pires@ufv.br

Resumo: Nos últimos anos, a população está cada vez mais preocupada com a saúde, desejando constantemente uma alimentação nutritiva e saudável. A *Moringa oleifera*, também conhecida como “árvore milagrosa”, é uma árvore folhosa, originária da Índia, porém amplamente cultivada em latitudes tropicais, que oferecem alta adaptabilidade às diversas condições climáticas e solos secos. No Brasil, seu cultivo vem crescendo nos últimos anos, em razão da sua ampla versatilidade de uso, bem como suas propriedades nutricionais e funcionais. Trata-se de uma planta com importante fonte de nutrientes, pois é rica em proteínas, minerais, vitaminas e aminoácidos essenciais. Além disso, contém vários compostos bioativos, incluindo flavonoides e compostos fenólicos, que desempenham propriedades funcionais, como: antioxidante, antimicrobiano, antidiabético e anti-inflamatória. Em muitos países, as folhas da *M. oleifera*, principalmente na sua forma em pó, vêm sendo introduzidas na dieta humana para auxiliar na nutrição. Além disso, as folhas, flores e sementes podem ser utilizadas para fortificação de alimentos processados, promovendo aumento do valor nutricional e também desempenhando propriedades tecnológicas importantes, sendo utilizadas, por exemplo, como agentes espessantes. Apesar do potencial de uso como ingrediente para alimentos, ainda são necessários mais estudos para intensificar a sua utilização. Além do potencial para aplicação em alimentos, a *M. oleifera* vem sendo bastante empregada em outros setores, como por exemplo no tratamento de água residuária. Essa revisão aborda as propriedades nutricionais, funcionais e as possíveis aplicações na indústria de alimentos.

Palavras-chave: compostos bioativos; fontes alternativas de proteínas vegetais; suplementos alimentares; perfil nutricional

INTRODUÇÃO

A *Moringa oleifera* (*M. oleifera*) é uma árvore folhosa pertencente à família *Moringaceae* e nativa do norte da Índia, porém, amplamente cultivada em latitudes tropicais, devido à fácil adaptação às condições climáticas e dos solos (1). Também conhecida como “Árvore Milagrosa”, apresenta benefícios para saúde humana, e a versatilidade da utilização de todas as partes da árvore, incluindo sementes, folhas, flores e raízes (2).

O consumo desta Planta Alimentícia Não Convencional (PANC) contribui significativamente para a ingestão de vários nutrientes essenciais para a saúde humanos (3). Assim, a *M. oleifera* tornou-se uma ótima fonte vegetal para combater a desnutrição devido à presença de nutrientes de alto valor biológico em praticamente todas as partes da planta, além da facilidade no cultivo (4). As folhas, flores e sementes são ricas em proteínas, vitaminas e minerais, incluído potássio, cálcio, fósforo, ferro, ácido fólico, bem como β -caroteno. Além disso, apresenta altas concentrações de compostos bioativos, como flavonóides, carotenóides, terpenóides, ácidos fenólicos e alcalóides. Desta forma, além de fornecer nutrientes essenciais à nutrição, esta PANC possui várias propriedades funcionais, como: anti-inflamatória, anticâncer, antioxidante, hepatoprotetora e antimicrobiana (5,6).

Diante do levado valor nutricional, essa planta torna-se uma ótima opção de alimento de fonte vegetal, podendo ser utilizada de diversas formas. Nesta perspectiva, para suprir a ingestão diária de ferro e cálcio de mulheres grávidas, o consumo de 6 colheres de sopa do pó das folhas é considerado suficiente. Além disso, as folhas e flores também foram relacionadas ao aumento da qualidade e da quantidade do leite materno (7,8). Provavelmente, a ingestão deste alimento nutritivo contribui para a nutrição da mãe, influenciando na sua saúde e no leite produzido.

Além do consumo direto, as folhas, flores e sementes estão sendo utilizadas no preparo de sopas, pães, bebidas, biscoitos, queijos, iogurtes, bolos entre outros (9). Esta versatilidade do uso de várias partes, pode ser uma alternativa para indústria alimentícia na elaboração de novos produtos, bem como para a extração de ingredientes estratégicos. Além das aplicações no setor alimentícios a *M. oleifera* pode ser usada para outros fins, por exemplo, o óleo extraído dessa PANCs pode ser utilizado como cosmético (10). As sementes podem ser utilizadas no tratamento de água, pois possuem propriedades capazes de eliminar a turvação, micropartículas, fungos e bactérias (11).

Apesar de suas propriedades e amplas utilidades, somente nos últimos anos, que a *M. oleifera* passou a despertar o interesse de pesquisadores para sua utilização como ingrediente alimentar visando desenvolver formulações alimentares balanceadas, bem como para melhorar as características nutricionais e a saúde humana. Desta forma, o objetivo desta revisão é trazer uma abordagem da *M. oleifera*, especialmente em relação às suas propriedades nutricionais e funcionais e potencial econômico para utilização na indústria de alimentos.

TAXONOMIA, HISTÓRICO E CULTIVO DA MORINGA OLEÍFERA

A *M. oleifera* pertence ao reino *Plantae*, sub-reino: *Tracheobionta*, subdivisão: *Spermatophyta*, divisão: *Magnoliophyta*, classe: *Magnoliopsida*, subclasse: *Dilleniidae*, ordem: *Brassicales*, família: *Moringaceae*, gênero: *Moringa* e espécie: *oleifera* (12). A

M. oleifera Lam. é uma árvore nativa do norte da Índia e Himalaia, constituída por treze espécies, das quais a *M. oleifera* é a mais estudada e cultivada, devido ao seu elevado conteúdo nutricional, propriedade coagulante e apelo medicinal (13,14).

Os primeiros dados da utilização da *M. oleifera* são de povos antigos gregos, romanos e egípcios, no ano 150 d.C., que realizavam a extração do óleo para alimentação e cosméticos (15). Com o passar dos anos, seu cultivo foi amplamente difundido para diversos países, sendo destaque nos países africanos no combate à desnutrição infantil (16). No Brasil, inicialmente, foi introduzida como planta ornamental em torno de 1950 (17), e desde então, vem sendo objeto de estudo em diferentes áreas, entre elas a alimentícia, como agente espessante natural (18) e na área de tratamento de resíduos, como agente floculante no tratamento de água (19).

Apesar da origem indiana, *M. oleifera* pode ser facilmente cultivada em regiões tropicais e subtropicais com temperaturas variando entre 25 e 35°C. O cultivo da *M. oleifera* em diferentes regiões pode afetar o seu conteúdo nutricional, principalmente quando está relacionado à temperatura, visto que proteínas e enzimas podem ser desnaturadas em temperaturas mais altas (20,21). Além disso, o solo também é um fator que também contribui efetivamente para a nutrição e crescimento vegetativo da árvore da *M. oleifera*. De modo geral, seu cultivo pode ser realizado em diversos tipos de solo, no entanto, o crescimento é otimizado em solo com boa drenagem de água, com pH levemente ácido a neutro, característico de solo franco-argiloso (22).

POTENCIAL NUTRICIONAL

A *M. oleifera* é uma árvore com grande potencial nutricional, sendo que todas as partes da planta podem ser aproveitadas, desde folhas e caules até as sementes (21). No entanto, de forma majoritária a utilização da *M. oleifera* para fins nutricionais é por meio das folhas e sementes pela alta concentração proteica em sua composição, variando de 28 a 32,4% para as folhas e 40,3% para as sementes (23).

As folhas da *M. oleifera* possuem destaque no teor de minerais (magnésio, cálcio, fósforo e potássio), sendo capazes de suprir a necessidade diária de cálcio por meio da ingestão de 100 g de folha (23). As proteínas presentes nas folhas contêm todos os aminoácidos essenciais: metionina, fenilalanina, treonina, leucina, valina, histidina, isoleucina, lisina e triptofano (24). Ademais, possuem em sua composição presença de peptídeos bioativos que são liberados durante o processo digestivo e possuem atividade biológica, atuando como agentes antioxidantes, imunomoduladores, antitrombóticos e anti-hipertensivo (25). A fácil adaptação ao clima e solo brasileiros aliada aos aspectos nutricionais, especialmente alto teor de proteínas tornam a *M. oleifera* uma fonte estratégica de proteínas alternativas, especialmente para o público vegano.

As sementes possuem sete aminoácidos essenciais, treonina, valina, metionina, isoleucina, leucina, fenilalanina e lisina. Além da presença de quase todos os aminoácidos essenciais, possuem aminoácidos hidrofóbicos que contribuem efetivamente para a redução do estresse oxidativo, devido ao aumento da solubilidade na interface água-óleo, proporcionando melhor interação com radicais livres (26). No estudo de Liang e colaboradores (26) as proteínas extraídas da semente da *M. oleifera* apresentaram atividade antioxidante com quatro diferentes radicais livres, eliminando 63,25% de DPPH•, 59,32% de O₂•, 55,25% de •OH e 52,45% de ABTS•. Além disso, exibiram também 43,25% de inibição da oxidação lipídica. Estes resultados indicam que além do

alto teor proteico presente nas sementes, elas também podem ser caracterizadas como ingredientes funcionais em potencial.

As flores da *M. oleifera*, possuem 18% de proteína em sua composição e presença de oleato de etila, ácido quínico e cis-9-hexadecenal, que são constituintes conhecidos por apresentarem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e anticancerígenas. Já os caules e as vagens da *M. oleifera* possuem o menor valor proteico da planta, com 12,8% e 19,3% respectivamente. No entanto, apresentam altas concentrações de fibras (43,0% (m/m) nos caules e 46,8% (m/m) nas vagens), demonstrando também potencial utilização para enriquecimento nutricional (27).

CONSUMO HUMANO

As sementes e folhas da *M. oleifera* são as mais utilizadas por serem boas fontes de proteína vegetal. O isolado proteico das sementes apresenta 83% de digestibilidade *in vitro* e o concentrado proteico extraído das folhas 99,8%. Estes valores de digestibilidade *in vitro* são considerados elevados, visto que a caseína possui, aproximadamente, 90% e as proteínas da soja, cerca de 80% de digestibilidade *in vitro*. A alta digestibilidade e a presença de aminoácidos essenciais indica a potencialidade da *M. oleifera* para suprir necessidades preconizadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) (28,29). Em consequência disso, o seu consumo está crescendo cada vez mais em países da África e Ásia, onde seus benefícios nutricionais são fundamentais no combate à desnutrição (30).

Em seu estudo, Bolarinwa e colaboradores (31) preparam uma farinha a partir das sementes da *M. oleifera* e utilizaram para aumentar o valor nutricional do pão. A substituição de 5% de farinha de trigo pela farinha da semente não levou à diferença significativa do pão elaborado com 100% de farinha de trigo por meio do teste de aceitação sensorial. Além disso, a partir da determinação da composição centesimal foi possível observar um incremento no teor de fósforo (de 14,4% para 23,5%), potássio (de 224% para 272%), cálcio (de 334% para 563%) e ferro (de 13,9% para 19,4%) da formulação 100% farinha de trigo para a formulação com substituição de 5% da farinha de trigo pela farinha de semente de *M. oleifera*, respectivamente. Outro resultado evidenciado pelos autores foi o aumento significativo de vitamina A nos pães fortificados com a farinha da semente. Os resultados obtidos neste estudo demonstram a viabilidade da substituição parcial da farinha de trigo pela farinha da semente na elaboração de pães e o consequente aumento do valor nutricional, possibilitando aplicabilidade destas sementes na área de panificação e, principalmente, para suprir necessidades nutricionais em países em desenvolvimento.

Zheng et al. (32) elaboraram um suplemento alimentar a partir da combinação de folhas da *M. oleifera* e espirulina. A combinação de dois ingredientes naturais com alto valor nutricional contribui para uma dieta mais equilibrada e potencializa o efeito nutricional. A melhor proporção de combinação das duas fontes para o grupo de adultos de 18 a 55 anos foi de 7:3 de folhas de *M. oleifera* em pó e espirulina em pó. Além disso, os autores utilizaram o método de compressão direta para elaborar os comprimidos, que não utiliza fonte de calor no preparo dos suplementos, minimizando as perdas nutricionais.

Apesar de todo o conhecimento disponível em relação ao valor nutricional da *M. oleifera*, a utilização das folhas, sementes dentre outros como ingredientes para alimentos

processados requer o conhecimento das propriedades dos constituintes presentes nas diferentes partes da planta.

PROPRIEDADES FUNCIONAIS

As propriedades funcionais constituem os principais critérios para a adoção e aceitabilidade de novos ingredientes nas matrizes alimentares. A adição de proteínas é amplamente utilizada na indústria de alimentos devido a sua contribuição na elevação do conteúdo nutricional e desempenho de propriedades tecnológicas (33,34). As propriedades funcionais atribuídas à *M. oleifera* têm sido associadas especialmente à alta concentração de proteínas e compostos bioativos presentes nas folhas e sementes e a perigospermina na raiz, que é um composto com efeito antibacteriano e antifúngico (35,36). Deste modo, esta PANC pode auxiliar na elaboração de diversos produtos alimentícios, proporcionando assim, alimentos saudáveis e nutritivos.

A proteína obtida da semente da *M. oleifera* contém peptídeos bioativos ou hidrolisados que exemplifica um amplo espectro de bioatividades, entre eles a atividade antimicrobiana, antioxidante, antiviral, antidiabética, hepatoprotetora e anticancerígena. Além disso, esta proteína pode ser utilizada como ingrediente natural para a modulação de características tecnofuncionais dos alimentos, como capacidade de absorção de óleo/água, solubilidade da emulsão, estabilidade, atividade de espuma e hidrofobicidade da superfície (37).

De acordo com Aderinola et al. (38) as proteínas das sementes de *M. oleifera*, apresentam alta capacidade gelificante, que é uma característica atrativa para utilização como agente que podem dar corpo e estrutura aos alimentos. Além disso, têm alta capacidade espumante e capacidade de estabilidade de espuma em pH 7,0 e 9,0, tornando possível a sua aplicação em alimentos com incorporação de ar. Este estudo fornece informações sobre possíveis manipulações durante o processamento, através de alterações de pH para alcançar as funcionalidades desejadas dos alimentos.

Em pesquisa realizada por Mohammed Nour et al. (39) foi analisado o efeito da fermentação e/ou cozimento por 0, 8 e 16h da farinha de milho suplementada com farinha de semente desengordurada de *M. oleifera*, com relação a composição de aminoácidos e digestibilidade da proteína *in vitro*. Os autores demonstraram que a suplementação com 5%, 10% e 15% aumentaram significativamente as composições de aminoácidos e proteína. Este aumento de proteína, pode ser atribuído ao fato de que a farinha de semente desta PANC conter grandes quantidades de proteína. E o conteúdo de aminoácidos foram variantes durante o processamento das farinhas, no entanto, a adição de 10% farinha de semente desengordurada, por 16 horas aumentou todas as composições de aminoácidos, com exceção da treonina e tirosina.

Outra propriedade funcional atribuída à *M. oleifera* é a atividade antioxidante, atuando na proteção das células contra os efeitos dos radicais livres produzidos pelo organismo, que são responsáveis pelo estresse oxidativo. Além disso, desempenham um papel fundamental na redução de risco e progressão de certas doenças agudas e crônicas, como câncer, doenças cardiovasculares relacionadas ao envelhecimento (40). Atualmente, a utilização da *M. oleifera* na panificação está sendo um destaque, com foco na preservação do poder antioxidante e no uso de suplementos alimentares durante a indisponibilidade de situações de deficiência nutricional (41).

Páramo-Calderón et al. (42) elaboraram tortilhas de milho acrescidas de farinha das folhas *M. oleifera* em diferentes proporções (1, 3 e 5%). Os resultados obtidos demonstraram que a formulação adicionada na proporção de 5% desta farinha, quando comparado com a amostra controle aumentou significativamente os teores de proteína e lipídios das tortilhas. Além disso, as formulações acrescidas da farinha, apresentaram maiores teores de polifenóis totais e atividade antioxidante. Deste modo, devido ao seu alto teor de compostos bioativos e qualidade nutricional a utilização das folhas da *M. oleifera* é uma alternativa viável para utilização nas tortilhas de milho e, além disso, pode ser adicionada na elaboração de outros produtos alimentícios.

Zhang et al. (43) avaliaram os efeitos de diferentes concentrações (0,05%, 0,1%, e 0,2%, w/v) do extrato da *M. oleifera* na fermentação, qualidade e propriedades bioativas do iogurte. Os resultados mostraram que a adição do extrato acelerou à taxa de fermentação do iogurte, principalmente em maior concentração. Além disso, reduziu a sinérese, aumentou a capacidade de retenção de água do iogurte e também manteve boa aceitação sensorial.

Um dos fatores de grandes preocupações de saúde pública, são as doenças infecciosas. Os causadores responsáveis por essas doenças nos seres humanos e animais são as bactérias, fungos, parasitas e vírus (44). Nesta perspectiva, novos métodos estão sendo estudados para o controle dessas doenças, como por exemplo os extratos vegetais. A *M. oleifera* contém várias moléculas com atividades antimicrobianas, apresentando efeito contra diversas espécies de microrganismos. Além disso, são compostos que podem ser usados como agentes modificadores de resistência, de tal forma que aumenta a eficiência dos antibióticos, dificultando a proliferação de microrganismos patogênicos (45). Dentre essas moléculas, destaca-se o benzil-isotiocianato, que pertence ao grupo dos isotiocianatos. A origem desse composto é por meio da hidrólise dos glucosinolatos, que são liberados da planta ao sofrer lesão tecidual (46). Outra molécula com atividade antimicrobiana presente nas raízes da *M. oleifera* é a pterigospermina. A condensação de duas moléculas de benzil-isotiocianato e uma de benzoquinona, pode interferir diretamente no metabolismo bacteriano do ácido glutâmico (47). Além disso, outros compostos como os alcaloides, glicosídeos saponinas, niazirina, niaziridina e flavonoides, presentes na *M. oleifera* podem controlar o crescimento microbiano.

Aly et al. (48) avaliaram a adição de folhas secas da *M. oleifera* na elaboração de pães em duas concentrações diferentes de folhas (6 e 9%). Os resultados mostraram que os pães com adição de folha aumentaram a porcentagem de cinzas, proteínas e fibras. Além disso, o teor de carboidratos dos pães fortificados diminuiu, quando comparado com a amostra controle. Os testes sensoriais demonstraram que o pão com adição de 6% de folhas secas apresentou melhor aceitação. No entanto, a formulação com adição 9% das folhas proporcionou a redução carga microbiana durante o armazenamento. Desta forma, é uma alternativa viável a sua introdução na dieta humana, no entanto, é de suma importância a sua exploração cada vez mais na ciência de alimentos, pois, tem a possibilidade de produzir produtos com uma maior quantidade de antimicrobiano, baixo custo e com alto valor nutricional.

Os polissacarídeos de várias partes da *M. oleifera* têm recebido cada vez mais atenção. Uma vez que apresentam diversas propriedades biológicas, entre eles, a atividade antibacteriana, antioxidante, antidiabética, antitumoral e imunoreguladora (49). No estudo de Oliveira et al. (50) com o objetivo de eliminar patógenos que são prejudiciais no processamento de alimentos e para o meio ambiente, os autores avaliaram a atividade

antibacteriana do polissacarídeo das folhas de *M. oleifera*, no controle do *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *S. aureus* isolados da indústria de laticínios, sobre uma superfície de PVC. Os resultados demonstraram que os polissacarídeos das folhas foram eficientes no controle da formação de biofilmes de ambas as cepas, sendo que, em menos de 1 hora foi observado tal efeito e depois de 24 de aplicação, 99% do biofilme foi inibido.

O tanino é outro composto presente na *M. oleifera* com propriedade antibacteriana. Este composto age contra os protozoários, na reparação de tecidos, na regulação enzimática e proteica. Tais propriedades ocorrem em razão de algumas características, entre elas: a complexação com íons metálicos; sequestrante de radicais livres e atividade antioxidante. Além disso, tem a habilidade de formar ligações e precipitar vários tipos de proteínas, polissacarídeos e aminoácidos (51).

Outro fator importante da ação desta PANC é na atividade antidiabética. O diabetes é uma doença crônica caracterizada pela hiperglicemia, dividida em duas categorias. No diabetes mellitus tipo 1, ocorre a perda de células pancreáticas motivado pela ausência de insulina. Já o diabetes tipo 2 é causado por secreção insuficiente de insulina, resistência à insulina, metabolismo interrompido da glicose, estresse oxidativo, gordura saturada e estilos de vida não saudáveis (52).

Nesta perspectiva, Al-Malki et al. (53) investigaram a atividade antidiabética de sementes de *M. oleifera* em ratos albinos machos. Inicialmente, os ratos foram tratados com estreptozotocina para promover o diabetes. Na sequência, foram tratados com diferentes dosagens (50 e 100 mg/kg de peso corporal) da semente da *M. oleifera* em pó. A aplicação do estreptozotocina causou graves problemas nos animais, entre eles, o aumento da glicose sérica, hemoglobina glicosilada, peroxidação lipídica, interleucina-6 e diminuição da atividade da catalase. A adição deste da semente de *M. oleifera* em pó (50 e 100 mg/kg) nos animais com diabetes melhorou todos esses parâmetros, aproximando dos seus níveis normais. Além disso, a dosagem em menor concentração do pó apresentou melhor eficiência de atividade antidiabética.

Uma pesquisa realizada por Fombang et al. (54) investigou o potencial do chá da folha da *M. oleifera* em pó na regulação dos níveis de glicemia em seres humanos e em ratos. A ingestão do chá foi realizada via oral em diferentes dosagens (200mL e 400mL), antes do carregamento de glicose. Este chá funcional foi preparado com adição de água destilada na proporção de 1:20 g/mL, a 97 °C por 35 minutos, após este período foi filtrado com o auxílio de papel filtro. No geral, o consumo do chá tanto dos seres humanos quanto dos animais não tiveram aumento de açúcar no sangue, ao serem comparados com o grupo controle. Além disso, foi observado que a dosagem mais baixa de chá (200 mL) mostrou melhor eficiência na redução da glicemia nos humanos.

As diversas propriedades atribuídas à *M. oleifera* ressaltam a sua importância como fonte de nutrientes e compostos bioativos. O potencial para utilização de diferentes partes desta planta como ingrediente para formulações alimentícias é notório e estratégico, entretanto mais pesquisas são necessárias para que haja maior amplitude da sua aplicação nas indústrias alimentícias.

POTENCIAL ECONÔMICO, AMBIENTAL E BENEFÍCIOS SOCIAIS

A *M. oleifera*, por ser uma espécie de fácil adaptação e rápido crescimento em diferentes tipos de clima e solo, é estratégica para aplicação em diferentes áreas, especialmente, na área de alimentos. Além disso, pode ser completamente aproveitada

para muitas aplicações e fins comerciais. O investimento na *M. oleifera* pode ser considerado de relevância ambiental, econômica e social.

No tratamento de água por meio de processos mais limpos em localidades de baixa renda, o uso da *M. oleifera*, tem sido proposto, principalmente por sua disponibilidade abundante, baixo custo, reduzida geração de subprodutos, biodegradabilidade, atoxicidade e comportamento multifuncional (55). Nessas regiões, o processo de tratamento da água pela *M. oleifera*, além de possibilitar o uso da água para aqueles que não podem pagar e/ou terem acesso a água potável, contribui para redução/controle de bactérias que causam doenças bacterianas veiculadas pela água, tendo vista que o pó da semente da *M. oleifera* utilizado no tratamento possui atividades antibacteriana (56). Estas propriedades têm ampla aplicabilidade na prevenção de doenças e podem melhorar a qualidade de vida das comunidades rurais e/ou regiões/cidades sem saneamento básico.

Delelegn et al. (56) avaliando as propriedades purificadoras do pó de sementes de *M. oleifera* em águas dos rios Angereb e Shinta e o papel dos extratos de sementes contra o crescimento bacteriano, constataram redução significativa da turbidez e contagem de coliformes. Nesse estudo, o extrato da semente com diferentes solventes apresentou atividade antibacteriana para todos os organismos testados (*Escherichia coli*, *Salmonella typhi* e *Shigella dysenteriae*).

As sementes da *M. oleifera* têm sido utilizadas também no processo de tratamento de águas residuárias da indústria de alimentos e laticínios. O tratamento de águas residuárias da indústria de laticínios pelos processos combinados coagulação/floculação/adsorção/ultrafiltração, utilizando a semente como coagulante, mostrou resultados satisfatórios da *M. oleifera* como biossorvente para remoção de cor aparente e turbidez da água residuária da indústria de laticínios. Nesse estudo, o coagulante extraído das sementes com solução salina de KCl 1,0 M foi considerado mais eficiente, pois, as remoções de cor aparente e turbidez ultrapassaram 93,0 % em todas as concentrações estudadas (57).

Nas regiões de baixa renda a *M. oleifera* vem sendo utilizada como fonte alimentar de baixo custo e com elevado valor nutricional. As suas folhas e/ou sementes são consumidas de diversas maneiras na alimentação humana, podendo ser preparadas como espinafre, especiarias e legumes, além da opção de transformá-la em pó, como uma alternativa para incorporação com diversos temperos (58).

Em regiões mais desenvolvidas, onde se observa uma tendência em consumir produtos verdadeiramente naturais, os consumidores têm adotado cada vez mais os “valores verdes”, preferindo o consumo de produtos de empresas comprometidas com as questões sociais e ambientais. Diante dessa tendência, a *M. oleifera* tem sido utilizada em forma de extratos em diversos ramos da indústria (alimentícia, medicinal, cosméticos, dentre outros) visando a diversificação de seus produtos de forma a atender essa crescente demanda.

A obtenção de isolados proteicos de *M. oleifera* apresenta grande potencial de agregação de valor à esta PANC. Soo et al. (59) investigaram o efeito da relação sólido-solvente (1:10, 1:20 e 1:30) sobre o rendimento e as propriedades do concentrado proteico extraído do pó de folhas secas de *M. oleifera* através da extração alcalina em pH 8,5, seguido de precipitação isoeletrica a pH 4,5. Os autores relataram que o rendimento do extrato proteico aumentou com o aumento das razões sólido-solvente, além disso destacou que o extrato proteico extraído, apresenta grande potencial para ser adicionado em formulações alimentícias, pelo seu alto teor proteico e propriedades funcionais.

Outra utilização desta PANC que tem apresentado um grande valor econômico é na produção de biodiesel. Pesquisas recentes apontam a *M. oleifera* como uma das fontes de extração, uma vez ela possui teor de ácido oleico que varia de 70 a 80%. Outro apontamento das pesquisas, é que o biodiesel produzido a partir da *M. oleifera* é superior em relação ao da soja e da mamona em quesitos de condições macroeconômicos entre outros químicos. Além disso, para a indústria de oleoquímica, o ácido oleico extraído da *M. oleifera* é mais vantajoso economicamente, pois sua tonelada custa quatro mil reais (R\$ 4.000,00) (61,62).

CONCLUSÕES

A *M. oleifera* proporciona diversas funcionalidades para área de alimentos, com isso tem despertado cada vez mais o interesse de pesquisadores, pois trata-se de uma PANC, com grande potencial nutricional, tecnológico e econômico. A *M. oleifera* é possivelmente uma das plantas mais versáteis e estratégicas para utilização na área de alimentos. Cabe aos pesquisadores brasileiros pesquisarem o seu uso para atender às diversas demandas da área.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Benhammouche T, Melo A, Martins Z, Faria MA, Pinho SCM, Ferreira IMLPVO, et al. Nutritional quality of protein concentrates from Moringa Oleifera leaves and in vitro digestibility. *Food Chemistry*. 2021 Jun 30;348:128858.
2. Aderinola TA, Alashi AM, Nwachukwu ID, Fagbemi TN, Enujiugha VN, Aluko RE. In vitro digestibility, structural and functional properties of Moringa oleifera seed proteins. *Food Hydrocolloids*. 2020 Apr 1;101:105574.
3. Singh VP, Arulanantham A, Parisipogula V, Arulanantham S, Biswas A. Moringa olifera: nutrient dense food source and world's most useful plant to ensure nutritional security, good health and eradication of malnutrition. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. 2018;8(4):204–14.
4. Mushtaq BS, Hussain MB, Omer R, Toor HA, Waheed M, Shariati MA, et al. Moringa Oleifera in Malnutrition: A Comprehensive Review. *Current Drug Discovery Technologies*. 2021;18(2):235–43.
5. Mohanty M, Mohanty S, Sanat |, Bhuyan K, Bhuyan R. Phytoperspective of Moringa oleifera for oral health care: An innovative ethnomedicinal approach. 2020; Available from: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/>
6. Razis AFA, Ibrahim MD, Kntayya SB. Health benefits of Moringa oleifera. Vol. 15, *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. Asian Pacific Organization for Cancer Prevention; 2014. p. 8571–6.

7. Mahour P kumar, lal AB, khare A, Chauhan DS. Preparation and optimization of moringa leaf powder for edible purpose. *Journal of the Indian Chemical Society*. 2022 Mar 1;99(3):100377.
8. Abioye VF, Aka MO. Proximate composition and sensory properties of moringa fortified maize-ogi. *J Nutr Food Sci S*. 2015;12:1–4.
9. Agbogidi OM, Ilondu EM. Moringa oleifera Lam: its potentials as a food security and rural medicinal item. *J Bio Innov*. 2012;1(6):156–67.
10. Stohs SJ, Hartman MJ. Review of the Safety and Efficacy of Moringa oleifera. 2015;
11. Ueda Yamaguchi N, Cusioli LF, Quesada HB, Camargo Ferreira ME, Fagundes-Klen MR, Salcedo Vieira AM, et al. A review of Moringa oleifera seeds in water treatment: Trends and future challenges. *Process Safety and Environmental Protection*. 2021 Mar 1;147:405–20.
12. Granella SJ, Bechlin TR, Christ D, Coelho SRM, de Oliveira Paz CH. An approach to recent applications of Moringa oleifera in the agricultural and biofuel industries. *South African Journal of Botany*. 2021;137:110–6.
13. Bartíková M, Holková L, Šafránková I, Němec P. Causal agents of powdery mildew on Moringa stenopetala (Baker f.) cuf. and Moringa oleifera lam. in Ethiopia. *South African Journal of Botany*. 2020;129:457–62.
14. Tshabalala T, Ncube B, Madala NE, Nyakudya TT, Moyo HP, Sibanda M, et al. Scribbling the cat: a case of the “miracle” plant, Moringa oleifera. *Plants*. 2019;8(11):510.
15. Fahey JW. Moringa oleifera: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. *Trees for life Journal*. 2005;1(5):1–15.
16. Thurber MD, Fahey JW. Adoption of Moringa oleifera to combat under-nutrition viewed through the lens of the “Diffusion of Innovations” theory. *Ecol Food Nutr*. 2009;48(3):212–25.
17. de Abreu Matos FJ. *Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades*. Editora UFC; 2002.
18. Cardines PHF, Baptista ATA, Gomes RG, Bergamasco R, Vieira AMS. Moringa oleifera seed extracts as promising natural thickening agents for food industry: Study of the thickening action in yogurt production. *Lwt*. 2018;97:39–44.
19. Formentini-Schmitt DM, Álvaro &, Dias C, Márcia A&, Veit T, Bergamasco R, et al. Ultrafiltration Combined with Coagulation/Flocculation/ Sedimentation Using Moringa oleifera as Coagulant to Treat Dairy Industry Wastewater.
20. William JA, Iddrisu LN, Damian TD, Kwame OB, Kwami BK. Nutrient composition of Moringa oleifera leaves from two agro ecological zones in Ghana. *African Journal of Plant Science*. 2014 Jan 31;8(1):65–71.
21. Gopalakrishnan L, Doriya K, Kumar DS. Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*. 2016 Jun 1;5(2):49–56.
22. Dania SO, Akpansubi P, Eghagara OO. Comparative Effects of Different Fertilizer Sources on the Growth and Nutrient Content of Moringa (Moringa

- oleifera) Seedling in a Greenhouse Trial. 2014; Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/726313>
23. Granella SJ, Bechlin TR, Christ D, Coelho SRM, de Oliveira Paz CH. An approach to recent applications of *Moringa oleifera* in the agricultural and biofuel industries. *South African Journal of Botany*. 2021;137:110–6.
 24. Gonzalez Ronquillo M, Ligia Rodrigues Macedo M, Kholif AE, Yasmeen A, Zakariya University B, Chen X. Current Status and Potential of *Moringa oleifera* Leaf as an Alternative Protein Source for Animal Feeds. *Frontiers in Veterinary Science* | www.frontiersin.org [Internet]. 2020;7:53. Available from: www.frontiersin.org
 25. Avilés-Gaxiola S, León-Félix J, Jiménez-Nevárez YB, Angulo-Escalante MA, Ramos-Payán R, Colado-Velázquez III J, et al. Antioxidant and anti-inflammatory properties of novel peptides from *Moringa oleifera* Lam. leaves. *South African Journal of Botany*. 2021;141:466–73.
 26. Liang L, Wang C, Li S, Chu X, Sun K. Nutritional compositions of Indian *Moringa oleifera* seed and antioxidant activity of its polypeptides. *Food Sci Nutr*. 2019;7(5):1754–60.
 27. Kalappurayil TM, Joseph BP. A Review of Pharmacognostical Studies on *Moringa oleifera* Lam. flowers. *Pharmacognosy Journal* [Internet]. 2017;9(1). Available from: [/files/PJ-9-3/10.5530/pj.2017.1.1](http://files/PJ-9-3/10.5530/pj.2017.1.1)
 28. Aderinola TA, Alashi AM, Nwachukwu ID, Fagbemi TN, Enujiugha VN, Aluko RE. In vitro digestibility, structural and functional properties of *Moringa oleifera* seed proteins. *Food Hydrocolloids*. 2020;101:105574.
 29. Benhammouche T, Melo A, Martins Z, Faria MA, Pinho SCM, Ferreira IM, et al. Nutritional quality of protein concentrates from *Moringa Oleifera* leaves and in vitro digestibility. *Food Chemistry*. 2021;348:128858.
 30. Thurber MD, Fahey JW. Adoption of *Moringa oleifera* to combat under-nutrition viewed through the lens of the “Diffusion of Innovations” theory. *Ecol Food Nutr*. 2009;48(3):212–25.
 31. Bolarinwa IF, Aruna TE, Raji AO. Nutritive value and acceptability of bread fortified with moringa seed powder. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2019;18(2):195–200.
 32. Zheng Y, Zhu F, Lin D, Wu J, Zhou Y, Mark B. Optimization of formulation and processing of *Moringa oleifera* and spirulina complex tablets. *Saudi J Biol Sci*. 2017;24(1):122–6.
 33. Bakwo Bassogog CB, Nyobe CE, Ngui SP, Minka SR, Mune Mune MA. Effect of heat treatment on the structure, functional properties and composition of *Moringa oleifera* seed proteins. *Food Chemistry*. 2022 Aug 1;384:132546.
 34. Bocarando-Guzmán MD, Luna-Suárez S, Hernández-Cázares AS, Herrera-Corredor JA, Hidalgo-Contreras JV, Ríos-Corripio MA. Comparison of the physicochemical and functional properties of flour and protein isolate from moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *International Journal of Food Properties*. 2022;25(1):733–47.
 35. Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S. Molecular Sciences *Moringa oleifera* Seeds and Oil: Characteristics and Uses for Human Health. 2016; Available from: www.mdpi.com/journal/ijms

36. Silva MVS da, Padilha RT, Padilha D de MM. Benefícios da Moringa oleifera para saúde humana e animal: Revisão de Literatura. *Research, Society and Development*. 2021 Jul 16;10(8):e50010817495.
37. Kumar M, Selvasekaran P, Kapoor S, Barbhai MD, Lorenzo JM, Saurabh V, et al. Moringa oleifera Lam. seed proteins: Extraction, preparation of protein hydrolysates, bioactivities, functional food properties, and industrial application. *Food Hydrocolloids*. 2022 Oct 1;131:107791.
38. Aderinola TA, Alashi AM, Nwachukwu ID, Fagbemi TN, Enujiugha VN, Aluko RE. In vitro digestibility, structural and functional properties of Moringa oleifera seed proteins. *Food Hydrocolloids*. 2020 Apr 1;101:105574.
39. Mohammed Nour AA, Mohamed AR, Adiamo OQ, Babiker EE. Changes in protein nutritional quality as affected by processing of millet supplemented with Moringa seed flour. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2018 Jul 1;17(3):275–81.
40. Padayachee B, Baijnath H. An updated comprehensive review of the medicinal, phytochemical and pharmacological properties of Moringa oleifera. *South African Journal of Botany*. 2020 Mar 1;129:304–16.
41. García Milla P, Peñalver R, Nieto G, Trombetta D. plants Health Benefits of Uses and Applications of Moringa oleifera in Bakery Products. 2021; Available from: <https://doi.org/10.3390/plants10020318>
42. Páramo-Calderón DE, Aparicio-Saguilán A, Aguirre-Cruz A, Carrillo-Ahumada J, Hernández-Uribe JP, Acevedo-Tello S, et al. Tortilla added with Moringa oleifera flour: Physicochemical, texture properties and antioxidant capacity. *LWT*. 2019 Feb 1;100:409–15.
43. Zhang T, Jeong CH, Cheng WN, Bae H, Seo HG, Petriello MC, et al. Moringa extract enhances the fermentative, textural, and bioactive properties of yogurt. *LWT*. 2019 Mar 1;101:276–84.
44. El-Saadony MT, Zabermaawi NM, Zabermaawi NM, Burollus MA, Shafi ME, Alagawany M, et al. Nutritional aspects and health benefits of bioactive plant compounds against infectious diseases: a review. *Food Reviews International*. 2021;1–23.
45. Ribeiro Araújo-Leonídio A, Maria de Souza Almeida A, Guedes Freire Filha L, Auxiliadora Andrade M. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE MORINGA OLEIFERA LAM. ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF MORINGA OLEIFERA LAM.
46. Matu EN, van Staden J. Antibacterial and anti-inflammatory activities of some plants used for medicinal purposes in Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*. 2003;87(1):35–41.
47. Kurup PA, Rao PLN. Antibiotic principle from Moringa pterygosperma. V. Effect of pterygospermin on the assimilation of glutamic acid by *Micrococcus pyogenes* var. *aureus*. *Indian J Med Res*. 1954;42(1):109–14.
48. Aly AA, Zaky EA, Khatab NR, Hameed AM, Kadasah S. The Biological and Chemical Ameliorative Effects of Bread Substituted with Dried Moringa Leaves. *Arabian Journal of Chemistry*. 2022 Jul 1;15(7):103875.

49. Singhal AK, Jarald EE, Showkat A, Daud A. In vitro evaluation of Moringa oleifera gum for colon-specific drug delivery. *Int J Pharm Investig.* 2012;2(1):48.
50. de Oliveira AM, de Abreu Filho BA, de Jesus Bassetti F, Bergamasco R, Gomes RG. Natural Extract of Moringa oleifera Leaves Promoting Control of Staphylococcus aureus strains biofilm on PVC surface. *Food and Bioprocess Technology.* 2020;13(10):1817–32.
51. Gonçalves JR, de Carvalho GR, Ribeiro AC, de Moura SCN. Avaliação da atividade antibacteriana do extrato bruto da Moringa oleifera. *Revista do Centro Universitário Católica Salesiano Auxilium-Araçatuba (São Paulo).* :78.
52. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Research and Clinical Practice.* 2019 Nov 1;157:107843.
53. Al-Malki AL, el Rabey HA. The antidiabetic effect of low doses of Moringa oleifera Lam. seeds on streptozotocin induced diabetes and diabetic nephropathy in male rats. *Biomed Res Int.* 2015;2015.
54. Fombang EN, Saa RW. Antihyperglycemic activity of Moringa oleifera Lam leaf functional tea in rat models and human subjects. *Food and Nutrition Sciences.* 2016;7(11):1020.
55. Ueda Yamaguchi N, Cusioli LF, Quesada HB, Camargo Ferreira ME, Fagundes-Klen MR, Salcedo Vieira AM, et al. A review of Moringa oleifera seeds in water treatment: Trends and future challenges. *Process Safety and Environmental Protection.* 2021 Mar 1;147:405–20.
56. Delelegn A, Sahile S, Husen A. Water purification and antibacterial efficacy of Moringa oleifera Lam. *Agriculture & Food Security.* 2018;7(1):1–10.
57. Formentini-Schmitt DM, Alves ÁCD, Veit MT, Bergamasco R, Vieira AMS, Fagundes-Klen MR. Ultrafiltration combined with coagulation/flocculation/sedimentation using Moringa oleifera as coagulant to treat dairy industry wastewater. *Water, Air, & Soil Pollution.* 2013;224(9):1–10.
58. de Sousa LFB, de Melo A. Benefícios da Moringa oleifera para a saúde humana e meio ambiente. *Revista Faculdades do Saber.* 2019;4(07).
59. Soo MH, Samad NA, Zaidel DNA, Jusoh YMM, Muhamad II, Hashim Z. Extraction of Plant Based Protein from Moringa oleifera Leaves using Alkaline Extraction and Isoelectric Precipitation Method. *Chemical Engineering Transactions.* 2021;89:253–8.
60. Onasanya A, Adewale OB, Obafemi TO, Ojo AA, Prebor AD, Abu ME, et al. Comparison of protein yields of four protein extraction methods from leaf and seed of Moringa oleifera. *International Journal of Applied Research and Technology.* 2015;4(7):98–109.
61. de Andrade LCT, França FRM, Ramos ALD, da Silva GF. Avaliação da estabilidade do biodiesel produzido a partir da Moringa oleifera Lam. *Scientia Plena.* 2016;12(5).

62. Fernandes DM, Sousa RMF, de Oliveira A, Morais SAL, Richter EM, Muñoz RAA. Moringa oleifera: A potential source for production of biodiesel and antioxidant additives. *Fuel*. 2015;146:75–80.

Capítulo 26

TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE GELEIAS DIET DE FRUTAS

Vanessa Cortina Zanetti^{ID}*; Elis Samara Meyring^{ID}; Raquel Bordignon^{ID};
Maria Eduarda Peretti^{ID}; Thainá Sabrina Haefliger Goldoni^{ID}; Mirian Cristina
Feiten^{ID}

*Autor correspondente: vanecortinazanetti@gmail.com

Resumo: As geleias regulares contêm grandes quantidades de açúcar, o que ajuda a estender o tempo de vida útil, além de conferir, dentre outros atributos sensoriais, brilho e sabor ao produto. No entanto, com as crescentes preocupações com a saúde, o açúcar está sendo substituído por alternativas, como adoçantes artificiais, concentrados de frutas dentre outros, na preparação de geleias com teor reduzido de açúcar (light) e/ou ausentes de açúcar (diet). Assim, neste capítulo de revisão, buscou-se destacar os principais ingredientes da produção de geleias diet, seu processamento e avanços científicos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos e enriquecimento nutricional de formulações. Para sua realização, foram consultados estudos relacionados ao tema, em artigos científicos e de revisão, bem como livros. Dessa forma, um compilado de informações científicas a respeito do tema é compartilhado com o intuito de fornecer mais informações a respeito do processamento de geleias, com foco principal em geleias diet.

Palavras-chave: desenvolvimento; diet; geleia

INTRODUÇÃO

O mercado de produção de geleias de frutas está em constante expansão, com surgimento de novos sabores, substituição de ingredientes por outros mais saudáveis, e/ou adição de ingredientes com propriedades funcionais. O êxito da formulação de um novo produto depende da matéria-prima escolhida. Cada ingrediente tem a sua função e suas implicações na qualidade do produto. Segundo Mordor Intelligence (1), empresa que faz avaliação de mercado, a maioria dos consumidores nos países desenvolvidos tem procurado alimentos sem qualquer inclusão de aditivos artificiais, devido aos efeitos adversos à saúde associados ao consumo ao longo prazo. Os fabricantes estão inclinados a usar agentes aromatizantes, conservantes e adoçantes naturais, pois são os principais ingredientes usados em derivados de frutas para estender o tempo de vida útil do produto.

Atualmente, o consumidor encontra facilmente opções de geleia diet, mas não encontra com a mesma facilidade geleias diet acrescidas de ingredientes funcionais, como a incorporação de fibras alimentares (prebióticos). Um alimento diet, ou também chamado de dietético, é definido, segundo Brasil (2), como um produto que possui em sua composição a ausência total de algum ingrediente em particular, como açúcar, gordura ou sal. Essa classe de produtos se destina a grupos específicos de pessoas, as quais possuem necessidades específicas (3).

O açúcar, quando consumido em altas quantidades, é convertido pelo organismo na forma de triacilgliceróis. Esse lipídio em alta concentração é responsável pelo desenvolvimento de doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes e hipertensão. Portanto, o açúcar é considerado um vilão para o organismo, sendo recomendada a sua redução na dieta, ou até mesmo, a sua abolição (4, 5).

Para a substituição do açúcar, são utilizados edulcorantes, os quais são aditivos alimentares que possuem a capacidade adoçante. Esses ingredientes são utilizados em dietas de baixo índice glicêmico, apresentando baixo teor calórico (6).

Assim, com o exposto, o objetivo deste trabalho é relatar informações a respeito da tecnologia de produção de geleias diet, incluindo seus principais ingredientes, o processamento e avanços científicos relacionados ao produto. Para sua realização, foram consultados estudos relacionados ao tema, em artigos científicos e de revisão bem como em livros.

TECNOLOGIA DE GELEIAS DIET

Geleia Diet

Geleia é o produto obtido do processamento através do cozimento de frutas ou partes vegetais comestíveis inteiras ou em partes e/ou pedaços nas mais variadas formas, polpa/suco ou extratos aquosos dos mesmos, homogeneizados com outros ingredientes que contribuam para a obtenção do efeito tecnológico desejado, como açúcares, pectina, ácidos e água, entre outros ingredientes e aditivos permitidos pela legislação vigente, os quais devem ser concentrados até apresentar consistência gelatinosa, apresentando o formato da embalagem a qual foi acondicionada quando retirada, devendo tremer, mas

sem escorrer (7, 8). Quando pedaços de frutas são adicionados à geleia, o produto é popularmente designado de “geleizada” (9).

Já o termo “diet”, pode, opcionalmente, ser utilizado para os alimentos para dietas com restrição de nutrientes, e para os alimentos exclusivamente empregados para controle de peso e para dieta de ingestão controlada de açúcares (10).

Frutas

Para a confecção da geleia, as frutas devem estar com boa qualidade e maduras. Os morangos, por exemplo, quando estão no estágio adequado de maturação, apresentam sua concentração máxima de pectina, e são aqueles que irão dar a cor, o aroma e o sabor à geleia, além de contribuir para a textura (9, 11). A Tabela 1 apresenta o teor de pectina de algumas frutas.

Tabela 1 - Teor de pectina de algumas variedades de frutas.

Ingrediente	% Material Fresco
Morango	0,6-0,7
Maçã	0,5-1,6
Maracujá	0,5
Banana	0,7-1,2
Carambola	0,7
Goiaba	0,8-1,0
Lichia	0,4
Manga	0,2-0,4
Mamão	0,7-1,0
Pêssego	0,1-0,9
Abacaxi	0,04-0,1

Fonte: Adaptado de (12).

Pectina

Pectina é um carboidrato não-digerível que apresenta uma elevada capacidade de geleificação. As pectinas obtidas de fontes naturais são compostas por ácido galacturônico, de forma que o grupo carboxílico ligado está esterificado. Quando o grupo metila é utilizado como substituto, a ação é expressa em grau de esterificação. O grau de esterificação representa a razão entre os grupamentos esterificados de ácido D-galacturônico pelo total de grupamentos de ácido galacturônico (13). As pectinas comerciais são classificadas em alto grau de metoxilação (ATM), com grau de

esterificação superior a 50%, e baixo grau de metoxilação (BTM), com grau de esterificação abaixo de 50%.

A pectina de baixo teor de metoxilação (BTM) é utilizada em geleias para a formação do gel quando não é utilizado açúcar. Para sua formação é necessário que estejam presentes sais de cálcio solúveis, para que ocorra a estabilização do gel a partir da interação entre os grupos carboxílicos e o cálcio. Dessa forma, para a formação do gel na geleia sem açúcar, a pectina BTM interage com íons metálicos bivalentes e um dos íons mais utilizados com essa finalidade é o cálcio. Assim, a função do fosfato tricálcico é a formação do gel pela interação com a pectina. A pectina BTM forma um gel mais frágil (14). Para formação do gel é necessário que o pH da geleia esteja de 2,8 a 6,0.

Edulcorantes

Os edulcorantes podem ser empregados na formulação das geleias de forma individual ou combinada, sendo o de maior valor de doçura é o xilitol, edulcorante natural que apresenta um poder adoçante semelhante à sacarose. Esse aditivo pode ser classificado quanto à sua capacidade nutritiva, em relação ao valor calórico, quanto à sua origem, natural ou sintética, e quanto ao seu potencial de dulçor, sendo de alta ou baixa intensidade (15).

O xilitol é estável ao aquecimento e não sofre reações de escurecimento não-enzimático. Fornece um sabor refrescante, o qual combina com geleias de vários sabores de frutas (16).

Outro edulcorante muito utilizado no preparo de geleias é a sucralose, edulcorante alimentício que apresenta propriedades semelhantes à sacarose, além de não deixar gosto residual desagradável no produto. A sucralose apresenta alta estabilidade a variações de pH e processos com elevadas temperaturas (17).

Aditivos

O sorbato de potássio é um conservante alimentício que atua principalmente sobre os fungos, possuindo uma linha de atuação contra diversos microrganismos. O sorbato não apresenta efeito característico com relação ao sabor do alimento, é solúvel em água e proporciona frescor ao alimento. A faixa de pH de melhor atuação para esse conservante é inferior a 6,0 (18).

Por sua vez, o benzoato de sódio é um conservante alimentício que atua principalmente sobre as bactérias. Ele também é inibidor das enzimas pepsina e tripsina. O benzoato de sódio é solúvel em água e sua atividade é mais efetiva na faixa de pH de 2,5 a 4,0. O benzoato confere um sabor forte e apimentado em alguns alimentos, no entanto, isso não ocorre na geleia (18).

O ácido cítrico auxilia na geleificação adequada e realça o sabor natural das frutas. Para uma geleificação mais estável, o pH deve estar entre 3,0 e 3,2, o que normalmente não é alcançado com a mistura dos demais ingredientes, havendo a necessidade da incorporação do ácido no gel (19, 9).

Fluxograma de Processo

As Tabelas 2 e 3 exemplificam, respectivamente, formulações diet de geleia funcional de morango com adição de farelo de aveia, e geleia de buriti.

Tabela 2 - Formulação da Geleia Diet de Morango com Aveia.

Ingrediente	Proporção (%)
Morango	98
Farelo de Aveia	2
Xilitol	7,16
Sucralose	0,02
Pectina BTM	2
Fosfato Tricálcico	0,05
Ácido Cítrico	0,2
Sorbato de Potássio	0,1
Benzoato de Sódio	0,1

Fonte: Adaptado de (20).

Tabela 3 - Formulação da Geleia Diet de Buriti.

Ingrediente	Proporção (%)
Massa base: polpa de buriti (1):água (2)	90,88
Sorbitol	4,94
Stévia	0,06
Xilitol	2,5
Ácido cítrico	0,25
Fosfato tricálcico	0,05
Pectina BTM	1
Carboximetilcelulose	0,3
Benzoato de sódio	0,02

Fonte: Adaptado de (21).

Em seguida, observa-se o fluxograma de elaboração de geleia (Figura 1) e a descrição das etapas de processamento.

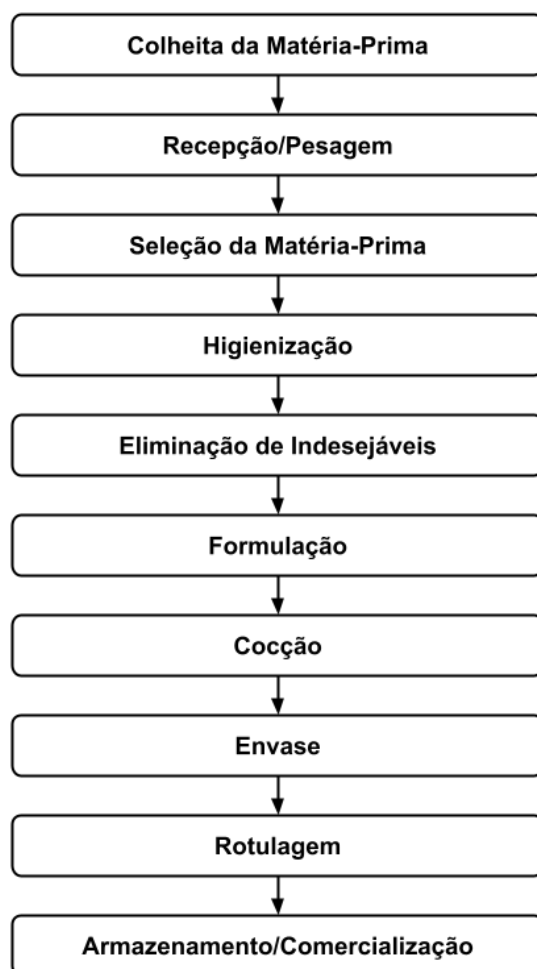


Figura 1 - Fluxograma de produção da geleia diet.

Colheita da Matéria-Prima

A colheita da matéria-prima pode ser de forma manual, com auxílio de colaboradores, ou de forma mecanizada, com redes de coleta e veículos de auxílio. O horário mais adequado para a realização de coleta de frutas é em horas com temperaturas mais amenas, para evitar a deterioração. Também, antes da colheita, deve-se analisar o teor de sólidos solúveis totais (SST), medido em °Brix com auxílio de refratômetro, além de os frutos apresentarem uma coloração, grau de maturação e textura adequados (22, 23, 24, 19).

Após a colheita, os frutos devem ser transportados à unidade de processamento de modo que não cause nenhum dano. A forma mais utilizada para transportá-los é em caixas plásticas, preferencialmente refrigeradas, devido ao seu alto grau de perecibilidade (22, 23, 24, 19). Essa etapa do processo é de extrema importância para que não ocorram perdas de matéria-prima.

Recepção/Pesagem

As frutas que chegam na unidade de processamento são pesadas em balança tipo plataforma, e seus dados de colheita e pesagem devem ser anotados em planilhas de controle, para rastreabilidade do produto e controle de produção. Quando as frutas provêm diretamente de produtores, a realização da pesagem também tem a função de controle para o pagamento da matéria-prima. Na recepção devem ser colhidas amostras da matéria-prima para determinação de acidez, sólidos solúveis totais, pectina e pH, para utilização posterior na etapa de formulação.

Os demais ingredientes do processo devem ser recepcionados e estocados no almoxarifado, evitando o contato com a área de produção. Estes produtos também necessitam de um controle para rastreabilidade do produto, sendo conferidas e anotadas as informações de lote, validade e descrição dos produtos. Todos os insumos devem ser transportados em carrinhos industriais (22, 23, 24, 19).

Seleção da Matéria-Prima

A qualidade da geleia está diretamente ligada à qualidade das matérias-primas utilizadas. Os frutos devem estar íntegros, sem mofo ou estragos, sendo essa etapa de seleção fundamental para a garantia da qualidade do produto (22, 23, 24, 19).

Alguns fatores que devem ser destacados para a boa realização da etapa de seleção são a presença de uma boa iluminação, para a adequada visualização das imperfeições, a realização de seleção manual, por se tratar de uma matéria-prima sensível, além de as frutas estarem espalhadas em esteira de seleção, para ampla visualização (22, 23, 24, 19).

Higienização

A higienização dos frutos deve ocorrer em três etapas principais: lavagem, sanitização e enxágue. Na etapa de lavagem, os frutos devem ser imersos em água, preferencialmente com sistema de borbulhamento, para que ocorra o desprendimento de sujidades mais fortemente retidas na superfície. Essa etapa é realizada para a remoção de sujidades mais grosseiras, como folhas e terra (22, 23, 24, 19).

A etapa de sanitização é realizada para a remoção de microrganismos presentes na superfície dos frutos. Nessa etapa, a matéria-prima deve ser imersa em solução sanitizante, geralmente utiliza-se hipoclorito de sódio a 100 ppm, por 15 minutos, para que o princípio ativo aja sobre os microrganismos. A etapa de enxágue é realizada para a remoção dos resíduos de sanitizante, sendo realizada em água corrente, geralmente em esteiras (22, 23, 24, 19).

Eliminação de Indesejáveis

Na eliminação dos indesejáveis é feita a retirada das partes que não são utilizadas na elaboração da geleia. Essa etapa é realizada sobre uma superfície de aço inoxidável, com auxílio de facas, despoldadoras, descascadores, sendo retiradas cascas, coroa, talos, folhas, sementes e caroços (22, 23, 24, 19).

Após a etapa de eliminação dos indesejáveis, os frutos podem ser congelados para utilização posterior, ou armazenados em refrigeração por até 3 dias, até a sua utilização na etapa de cocção.

Formulação

Para o preparo das geleias é necessária a prévia pesagem dos frutos e avaliação das suas características físico-químicas para adequação da formulação, de forma a regular os valores de edulcorantes, e os aditivos utilizados.

Cocção

A incorporação dos produtos secos na polpa é feita por meio da dissolução deles em água, para evitar a formação de grumos. A cocção deve ser realizada em um tacho com agitação constante, para evitar a queima de partes da geleia, e a redução da formação de bolhas, que ocasionam perda de rendimento.

A cocção promove a redução da quantidade de água livre para reações bioquímicas, enzimáticas e microbiológicas. Conseqüentemente, com a concentração dos componentes, ainda ocorre o acúmulo de ácidos orgânicos, que aumentam a acidez natural e diminuem relativamente o pH do meio (24).

A mistura deve ser fervida a 102 °C, e concentrada por mais 15 a 25 minutos, de forma a alcançar a textura adequada. Para o produto ser considerado geleia, ele precisa ser concentrado até, no mínimo, 62 °Brix. No entanto, como a geleia diet não apresenta sacarose em sua composição, e sua concentração de sólidos será inferior, sendo definida paralelamente à aquisição da textura adequada (24).

Envase

Após a cocção, a geleia ainda quente, em torno de 85 °C, é colocada na envasadora, onde ela envasa o produto em vidros, com volume de acordo com a embalagem. As embalagens podem ser colocadas manualmente ou de forma automática na saída da envasadora.

As tampas são colocadas nas embalagens, e deve-se esperar aproximadamente 5 segundos antes de rosquear para que o vapor da geleia expulse o oxigênio do interior do recipiente. Após a realização do fechamento da tampa, os vidros são invertidos, para que a geleia entre em contato com toda área da embalagem (22, 23, 24, 19).

Rotulagem

A rotulagem pode ser realizada de forma manual ou automática, com etiquetas adesivas, contendo as informações requisitadas pela legislação, como validade, lote, informação nutricional, ingredientes e demais informações (22, 23, 24, 19).

Armazenamento/Comercialização

Os vidros, devidamente rotulados, são armazenados em caixas de papelão tipo colmeia para facilitar a comercialização do produto e garantir menores perdas durante o transporte para os centros de venda (22, 23, 24, 19).

Os vidros que não seguem diretamente para a comercialização, são armazenados nas caixas de papelão tipo colmeia, e armazenados no estoque de produtos prontos, de forma que a saída de produto seja feita do mais velho para o mais novo (22, 23, 24, 19).

Perspectivas em Pesquisa e Desenvolvimento

Por se tratar de um produto altamente difundido na cultura brasileira, inúmeros estudos são desenvolvidos com o objetivo de formular, produzir e avaliar variadas composições de geleias, incentivando seu consumo, seja como alimento diet, funcional ou como forma de reaproveitar resíduos agroindustriais.

No estudo de Nascimento *et al.* (25), foram elaboradas geleias mistas de uva e maracujá nas formulações tradicionais, light e diet, caracterizando-as quanto aos parâmetros físico-químicos, potencial antioxidante, estabilidade de estocagem, e aceitabilidade sensorial. Embora a substituição de sacarose pelo edulcorante xilitol tenha influenciado de forma negativa suas características sensoriais, os autores relatam resultado promissor da mistura das frutas uva e maracujá para elaboração de geleias com redução de açúcar. Ademais, neste mesmo estudo, fez-se utilização de albedo de maracujá para extração de extrato pectíneo, fornecendo produtos que contribuem para o aproveitamento de subprodutos agroindustriais.

Em consonância, no trabalho de Souza *et al.* (26) foram desenvolvidas geleia de polpa de buriti convencional, light e diet, e avaliadas suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, no armazenamento por 90 dias, em temperatura ambiente. As geleias diet e light apresentaram período de estocagem análogo à formulação tradicional. No entanto, os autores apontam a necessidade de ajuste na formulação da geleia de buriti diet, de forma a atender os padrões de aceitação sensorial.

Já se tratando da geleia de fisális (*Physalis peruviana*) diet, elaborada no trabalho de Avila e Storck (27), foi observada boa aceitação pelos consumidores. Os atributos de aparência, odor e sabor apresentaram diferenças significativas entre as geleias diet e tradicional, e a textura não foi influenciada. Todos os atributos, com exceção do sabor da geleia diet, apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70%.

Da mesma forma, no trabalho de Nogueira e Jesus (28), obteve-se boa aceitação pelos consumidores na avaliação sensorial de geleia de seriguela diet, sendo que as melhores opções foram as formulações que apresentaram a combinação dos dois edulcorantes (sucralose e acesulfame de potássio). Os autores relatam que as geleias diet apresentam uma boa opção para o aproveitamento da seriguela sendo uma alternativa de fornecimento de produtos de baixa caloria para indivíduos que necessitem de alimentos com redução de açúcares.

Complementando os dados acima, como sugestões futuras pode-se realizar otimizações no processo de desenvolvimento das geleias, além de promover a utilização de subprodutos agroindustriais ou plantas alimentícias não convencionais (PANCs) como

matéria-prima. Também se sugere a pesquisa de substitutos para a pectina BTM, que promovam a adequada geleificação deste produto.

CONCLUSÃO

Realizando esta revisão a respeito do processamento de geleias diet, foi possível observar os principais ingredientes e aditivos alimentares utilizados, bem como a sua forma de produção e os avanços científicos relacionados. A geleia é um produto que fornece alto valor comercial às frutas, e observa-se que, cada vez mais, geleias com frutas nativas do país vêm sendo desenvolvidas.

Também, destaca-se a importância da otimização dos processos, além do desenvolvimento de novos ingredientes geleificantes e adoçantes, além da incorporação de superalimentos, tais como prebióticos, proteínas e antioxidantes naturais, como forma de agregação de valor e qualidade nutricional ao produto.

REFERÊNCIAS

1. Mordor Intelligence. Mercado de geleias e conservas – crescimento, tendências, impacto da covid-19 e previsões (2022-2027). 2022 [acesso em 2022 Jul 17]. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/jam-jelly-and-preserves-market>.
2. BRASIL. Entenda o que são produtos light e diet. 2017 [acesso em 2022 Jul 15]. Disponível em: <https://saudebrasil.saude.gov.br/ter-peso-saudavel/entenda-o-que-sao-produtos-light-e-diet#:~:text=Os%20produtos%20light%20>.
3. Sociedade Brasileira de Diabetes. Produtos dietéticos – Diferenças entre Diet e Light. 2022 [acesso em 2022 Jul 15]. Disponível em: <https://diabetes.org.br/produtos-dieteticos-diferencas-entre-diet-e-light/>.
4. Tian Y, Deng Y, Zhang W, Mu W. Sucrose isomers as alternative sweeteners: properties, production, and applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2019;102, 8677-8687.
5. Carvalho BO. Açúcares: uma análise das informações difundidas pela mídia leiga e o grau de respaldo das pesquisas científicas [Graduação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2019.
6. Noronha IFPC. Determinação de edulcorantes e constituintes inorgânicos em adoçantes de mesa [Mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2019.
7. Brasil. Resolução Normativa nº 15 de 4 de maio de 1978. Regulamento técnico para padrões de identidade e qualidade de geleia de frutas. **Diário Oficial da União**. 24 Jul 1978.
8. Brasil. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento Técnico sobre produtos vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis". **Diário Oficial da União**. 22 Set. 2005.

9. Krolow, ACR. Preparo de geleias e geleiadas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2013.
10. Brasil. Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. Diário Oficial da União. 15 jan 1998; Seção 10-E.
11. SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Agroindústria: produção de doces e conservas. Brasília: SENAR; 2017.
12. Canteri MHG, Moreno L, Wosiacki G, Scheer AP. Pectina: da matéria-prima ao produto final. Polím. 2012;22(2):149-157.
13. Sriamornsak P. Chemistry of pectin and its pharmaceutical uses: a review. Silpak Univ Int J. 2003;3:206-228.
14. Bragante AG. Processo de Gelificação em Alimentos. 2009 [acesso 2022 Jul 01]. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3275062/mod_resource/content/1/Bragante2009%20Processo%20de%20Gelifica%C3%A7%C3%A3o%20em%20Alimentos.pdf.
15. Nicoluci IG, Takehara CT, Bragotto APA. Edulcorantes de alta intensidade: tendências de uso em alimentos e avanços em técnicas analíticas. Quím Nova. 2022;45(2):207-217.
16. Mussatto SI, Roberto IC. 2002. Xilitol: Edulcorante com efeitos benéficos para a saúde humana. Rev Bras Ciên Farm. 2002;38(4).
17. Wasik R. A sweet new alternative (sucralose, a derivative of table sugar). Food in Canada. 1991;51(6):27.
18. Aditivos e Ingredientes. Os conservantes mais utilizados em alimentos. 2016 [acesso 2022 Jul 11]. Disponível em: https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201603/2016030650104001459173883.pdf.
19. Torrezan R. Manual para produção de geleias de frutas em escala industrial. Rio de Janeiro; 1998. (EMBRAPA - CTAA. Documentos, 29).
20. Brasil. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 8, de 06 de março de 2013. Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geleia de mocotó. Diário Oficial da União. 8 mar 2013; Seção 46.
21. Sousa PB, Machado MRG, Filho JMM, Feitosa ISC, Filho AF, Sousa AB, Rocha NG, Chaves CC, Silva MJM, Reis DCC, Silva J, Pinto LIF. Geleia de buriti convencional, light e diet: desenvolvimento, caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. Brazilian Journal of Development. 2020. 6(4):21272-21293.
22. Lima AC, Araujo JBC, Rocha LS, Pimentel JCM, Alves AMC, Santos MECM. Produção de doces, geleias e compotas em agroindústria familiar artesanal. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; 2018.

23. Lopes RLT. Fabricação de geleias. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC; 2007.
24. Oliveira ENA, Feitosa BF, Souza RLA. Tecnologia e processamento de frutas: doces, geleias e compotas. Natal: IFRN; 2018.
25. Nascimento TA, Faria MGI, Fernandez CMM, Gazim ZC, Colauto NB, Linde GA, Bolanho BC, Ruiz SP. Caracterização química e sensorial de geleia mista de uva e maracujá nas formulações tradicional, light e diet. *Research, Society And Development*. 2020. 9(11).
26. Sousa PB, Machado MRG, Filho JMM, Feitosa ISC, Filho AF, Sousa AB, Rocha NG, Chaves CC, Silva MJM, Reis DCC, Silva J, Pinto LIF. Geleia de buriti convencional, light e diet: desenvolvimento, caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. *Braz J of Develop*. 2020. 6(4):21272-21293.
27. Avila LR, Storck CR. Elaboração de geleia de Physalis tradicional e diet. *Disciplinarum Scientia*. 2014. 15(1):113-121.
28. Nogueira JP, Jesus MACL. Desenvolvimento, avaliação físico-química, sensorial e colorimétrica da geleia de seriguela diet. *Rev Bras Tecnol Agroind*. 2014. 8(2):1531-1544.

Capítulo 27

HAMBÚRGUER OVINO ADICIONADO DE INULINA COMO SUBSTITUTO DE GORDURA E INGREDIENTE PREBIÓTICO

Rafaele Cabral Barbosa^{ID}*; Raimundo Bernadino Filho^{ID}; Maely Nunes Lopes^{ID}

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: rafaelle100gbg@outlook.com

Resumo: A carne ovina é uma matéria-prima de alto valor nutricional, baixa concentração de gordura saturada, lipídeos e teor proteico acima de 20%. Desta forma o beneficiamento desta matéria-prima pode alavancar o consumo, através da produção de um derivado como é o caso do hambúrguer, foco desta pesquisa. Este trabalho teve como objetivo elaborar hambúrgueres de carne ovina e avaliar a viabilidade da adição de inulina como substituto parcial e total de gordura na qualidade microbiológica e física do produto. Foram desenvolvidas três formulações: HOG com 10% de gordura, HOIG com 5% de gordura e 5% de inulina e HOI com 10% inulina, sem adição de gordura. As análises aplicadas foram: microbiológicas (*Salmonella sp*/25 g., Coliformes a 45°C/g e *Staphylococcus coagulase positiva*/g) e físicas (calorimetria, rendimento na cocção, capacidade de retenção de água e porcentagem de encolhimento). Todas as amostras atenderam aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação. Para Aw assumiram-se valores maiores que 0,98 para HOIG e HOI, enquanto HOG apresentou 0,966. Nas análises físicas de rendimento e porcentagem de encolhimento não houve diferença significativa ($p < 0,05$) variando entre (61,51 e 64,17) e (14,2 e 15,43) respectivamente. HOIG e HOI apresentaram os melhores resultados para capacidade de retenção de água, com 85,21 e 89% nesta ordem, enquanto HOG obteve 79,53%. Portanto a inulina mostrou-se um potencial substituto de gordura em hambúrguer de carne ovina.

Palavras-chave: Carne ovina; Derivado cárneo; Prebiótico; Substituto de gordura

INTRODUÇÃO

Dentre as carnes, a ovina é considerada a quarta mais consumida em todo o mundo (1), porém sua demanda de consumo entre os brasileiros encontra-se muito baixa, representando 700 g, enquanto a carne bovina, suína e de frango são superiores a 15 kg por habitante ao ano (2). Apesar desse dado, há uma projeção positiva no que se refere ao aproveitamento e às oportunidades de negócio (1). Segundo Gonzaga e colaboradores (3), a carne ovina contém todos os aminoácidos essenciais quando os animais são abatidos jovens, além de possuir uma baixa concentração de lipídeos, uma quantidade significativa de vitaminas e minerais e a presença de nutrientes bioativos e antioxidantes que favorecem o coração e músculos. Na composição dessa carne é possível destacar a presença de ácido linoleico conjugado, gordura trans, que é capaz de reduzir a gordura presente no sangue e no corpo, e de modo geral podemos inferir que seu consumo está ligado diretamente ao bom funcionamento do corpo (4).

O beneficiamento das mais diversas matérias-primas proporciona um impulso no mercado, porém com isso se faz necessário atender as demandas de qualidade, levando em consideração os efeitos que o produto irá gerar. Neste cenário, a produção de hambúrgueres vem ganhando cada vez mais destaque no Brasil (5) o que reflete em um fluxo elevado de saída e entrada do produto, ingredientes e carne para esse tipo de derivado. Por definição hambúrguer é um produto industrial, em que sua carne foi obtida de animais de açougue, que passou por moagem e sofreu adição de gordura e/ou outros ingredientes que proporcionam sabor, textura, aparência e aroma característico, moldado em formato arredondado, com aproximadamente 15 % em proteínas, 3 % em carboidratos e no máximo 25% em gordura (6).

Devido aos altos teores de gordura presentes principalmente em produtos cárneos, gerou-se uma preocupação com relação aos frutos do consumo exacerbado de lipídeos, dessa forma intensificam-se as pesquisas no intuito de encontrar um substituto em potencial para esse ingrediente. Como é o caso do nitrito, sódio, gordura e antioxidantes sintéticos que se tornam vilões quando consumidos em grandes quantidades, dessa forma surge o objetivo de reduzi-lo tornando o alimento mais saudável e com o sabor mais próximo possível do então conhecido. Tendo essas informações em vista, as fibras, antioxidantes naturais, substitutos de gordura, ingredientes funcionais, proteínas vegetais, vitaminas e minerais são inseridos aos mais diversos derivados de carne (7). As indústrias que trabalham com o beneficiamento da carne procuram um insumo que apresente as mesmas funções da gordura nos aspectos de sensação bucal, textura, suculência e principalmente aos aspectos de aceitação do público (8).

Um ingrediente já conhecido e utilizado com a finalidade de reduzir o teor de gordura em alimentos seria a inulina, este insumo é considerado funcional, e possui ação prebiótica, pois não consegue ser digerido e, graças a isso, estimula as bifidobactérias (bactérias presentes no intestino) em um curto prazo, promovendo a formação do bolo fecal, esse efeito causa melhoras no sistema imunológico e regula o intestino (9). É possível destacar ainda como benefício do consumo da inulina a ação anti-carcinogênica, a redução de colônias de *E.coli* e *Clostridium* por meio da fermentação no cólon, a redução de ácidos graxos livres que proporcionam o envelhecimento precoce, e a prevenção da osteoporose por meio da contribuição na absorção de minerais (10). A inulina enriquece o perfil nutricional do alimento em que é inserida e já foi utilizada em produtos lácteos, de panificação, derivados cárneos, doces e outros. Essa fibra auxilia o

intestino, fortalece a microbiota e é capaz de prevenir alguns tipos de câncer, a diabetes e a hipertensão (11, 12).

Portanto, constata-se que a quantidade de gordura presente no hambúrguer e outros derivados cárneos pode ser reduzida através da substituição ou redução desse constituinte. Diante disto, a inulina pode ser utilizada como substituta, além de ser considerada funcional, o que enriquece ainda mais o produto. Esse substituto pode se tornar um recurso de redução dos teores de gordura presente nos alimentos. O trabalho objetivou a elaboração de hambúrgueres de carne ovina com três tratamentos fazendo uso de inulina como redutor parcial e total de gordura animal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências dos Laboratórios de Tecnologia de Carnes e Derivados e Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

Matérias primas

O acém, matéria-prima cárnea, foi adquirido em estabelecimento comercial na cidade de Bom conselho – PE e os insumos necessários para elaboração das formulações foram adquiridas no mercado local de Garanhuns – PE.

Elaboração das formulações de hambúrguer

Após a obtenção da matéria-prima, foram desenvolvidas três formulações com concentrações variadas de gordura suína e inulina. Na formulação HOG (Hambúrguer Ovino com Adição de Gordura) foi adicionado 10% de gordura suína, na formulação HOIG (Hambúrguer Ovino com Adição de Gordura e Inulina) 5% de inulina e 5% de gordura suína, e na formulação HOI (Hambúrguer Ovino com Adição de Inulina) a gordura suína foi totalmente substituída pela inulina com adição de 10%. Na Tabela 1 constam as formulações desenvolvidas.

Tabela 1 - Esquema para formulação de hambúrguer de carne ovina com diferentes formulações.

CONSTITUINTES	TRATAMENTOS (%)		
	HOG	HOIG	HOI
Carne Ovina	90	90	90
Papada Suína	10	5	-
Inulina	-	5	10
INGREDIENTES DE (%) FIXA			
Água (valor aproximado)	4	4	4
Sal	2	2	2
Cebola	2	2	2
PTS (Proteína Texturizada de Soja)	2	2	2
Alho	1	1	1
Cominho	0,5	0,5	0,5
Açúcar	0,3	0,3	0,3
Pimenta	0,25	0,25	0,25
Glutamato	0,25	0,25	0,25
Noz moscada	0,25	0,25	0,25

Manjeriço	0,25	0,25	0,25
Coentro	0,25	0,25	0,25

Em todos as formulações foram adicionados os ingredientes em concentração fixa. água, sal, cebola e PTS (Proteína Texturizada de Soja), alho, cominho, açúcar, pimenta, glutamato, noz moscada, manjeriço e coentro.

Processamento dos hambúrgueres

De início foi realizada a desossa e toaleta do corte para retirada do excesso de gordura e tecido conjuntivo, conforme a Imagem 1.

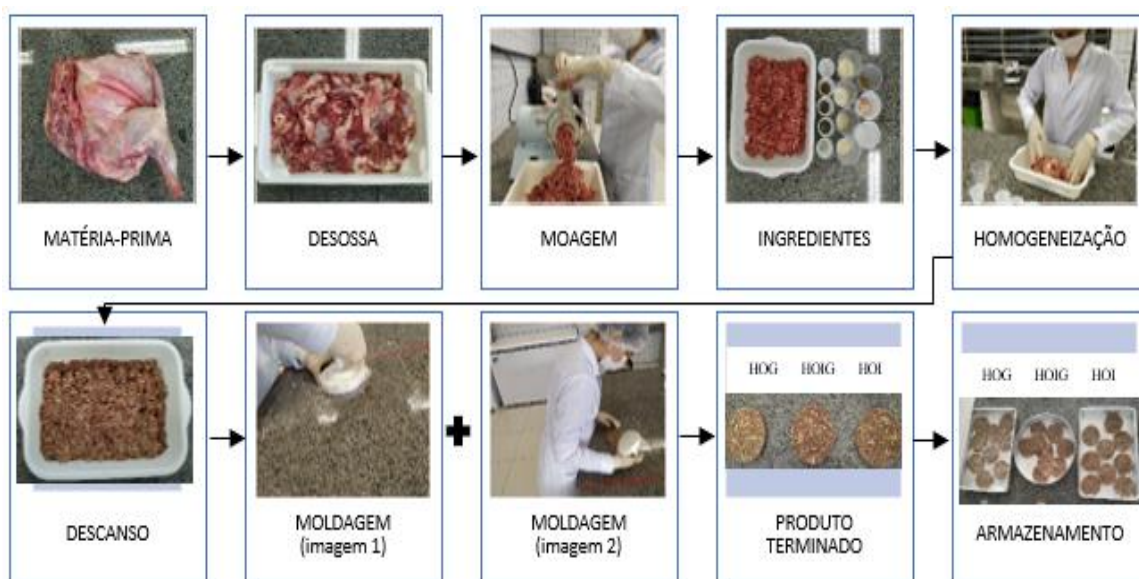


Imagem 1 - Fluxograma dos processos de fabricação dos tratamentos HOG, HOIG e HOI com diferentes concentrações de gordura e inulina.

Na primeira etapa, denominada matéria-prima, foi realizado a toaleta da peça cárnea que pesava um pouco mais de 3,7 kg. Nesta fase foram removidas as gorduras superficiais e partes indesejadas. Em seguida ocorreu o processo de desossa, após este processo foi obtido um rendimento aproximado de 2,5 kg. A fase seguinte foi a moagem da carne em moedor com 5mm de diâmetro (ARBEL MCR 08 – 3600 rpm), logo após foi feita a adição e homogeneização manual dos insumos e da inulina nas suas devidas proporções para que a carne absorvesse todos os ingredientes adicionados.

A etapa consecutiva foi o descanso, em que a massa obtida ficou em repouso por aproximadamente 12 h. Após esse tempo foi feita a moldagem e padronização da gramatura do produto que ficou em torno de 100 g, o que auxiliou nas análises posteriores mostrado nas imagens denominadas por moldagem 1 e 2. Após a finalização do produto, ele foi embalado e armazenado sob refrigeração até o momento das análises.

Análises microbiológicas

Como discriminado na Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019, para carne e produtos cárneos foi necessário realizar as análises de *Salmonella sp*/25 g., Coliformes a 45°C/g e *Staphylococcus coagulase positiva*/g (13).

Análises físicas

Para realizar as análises físicas utilizou-se a metodologia de Berry (14), numa situação em que o percentual de rendimento dos diferentes tratamentos nos hambúrgueres foi calculado pela diferença entre o peso da amostra crua e peso após a cocção. E para determinação da porcentagem de encolhimento a metodologia de Berry (14) foi adotada. A capacidade de retenção de água (CRA) foi calculada de acordo com Troy, Desmond e Buckley (15).

Dentre as análises, a colorimetria foi realizada utilizando um colorímetro portátil manual Konica MINOLTA CR-10, que indica os parâmetros L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) e que para reconhecer o grau de diferença total da amostra seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (16) e escala colorimétrica demonstrada na Imagem 2.

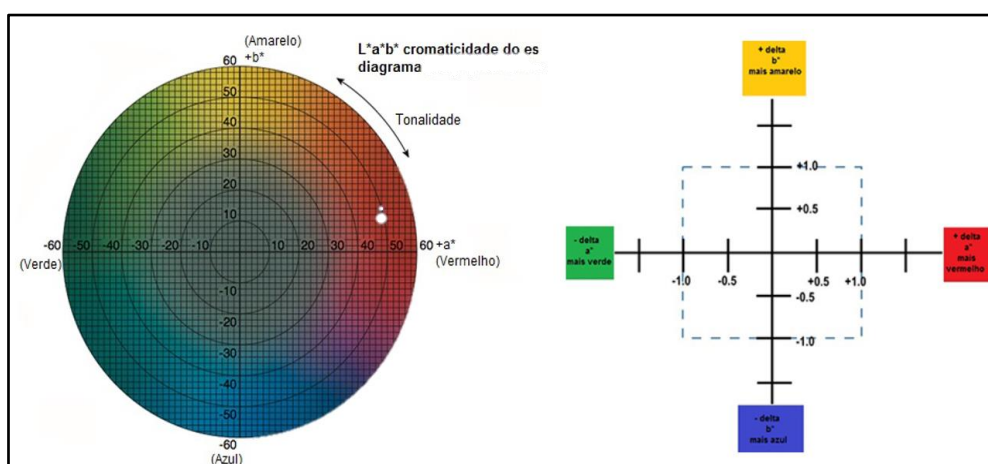


Imagem 2 - Escalas de colorimetria utilizada para mensurar as cores dos produtos pelos parâmetros L*, a* e b*. Fonte - Adaptada de Konica Minolta (17).

Antes de analisar a amostra, ocorreu a medição dos parâmetros preto e branco. Em seguida, o experimento foi realizado em triplicata usando os hambúrgueres ovinos com os diferentes tratamentos, obtendo-se os parâmetros L*, a* e b*.

Análise estatística

Diante dos dados coletados pelas análises físicas e teste de aceitação dos hambúrgueres de carne ovina formulados, foram calculados os desvios padrões e as médias. Em seguida foi realizada a Análise de Variância (ANOVA), para que as médias fossem comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, pelo programa software ASSISTAT, versão 7.7 (18).

O resultado do teste de ordenação ou preferência foi analisado com base no teste de Friedman, utilizando-se a tabela de Newel e MacFarlane (19), a qual indica a diferença crítica entre os totais de ordenação, ao nível de significância de 5%, de acordo com o número de tratamentos testados e o número de julgamentos obtidos. Já na intenção de compra entre as formulações de hambúrgueres ovinos com diferentes formulações foram verificadas as frequências de notas aplicadas pelos provadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises microbiológicas

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas dos hambúrgueres de carne ovina estão descritos na Tabela 4. De acordo com os resultados, os hambúrgueres formulados estavam dentro dos padrões estipulados pela legislação para consumo humano, de acordo com a Instrução Normativa nº 60 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (13).

Tabela 4 - Resultados das análises microbiológicas das formulações HOG (10% gordura suína), HOIG (5% gordura suína e 5% inulina) e HOI (10% inulina) dos hambúrgueres ovinos.

ANÁLISES	FORMULAÇÕES			TOLERÂNCIA MÁXIMA ¹
	HOG	HOIG	HOI	
<i>Salmonella sp.</i> / 25 g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus coagulase positiva</i> /g (UFC/g) ²	0	0	0	5 x 10 ³
Coliformes a 45 °C/g (NMP/g) ³	0	0	0	5 x 10 ³

¹ Tolerância Máxima - Determinação preconizada pela Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019⁽¹⁰⁾. ² UFC/g - Unidade formadora de colônia por grama. ³ NMP/g - número mais provável por grama. HOG – 10% de gordura suína; HOIG – 5% gordura suína e 5% inulina; e HOI – 10% de inulina.

Como apresentado na Tabela 4, em nenhuma das formulações foi verificada a presença de *Salmonella sp.* *Staphylococcus coagulase positiva* e coliformes a 45 °C o que indica que os hambúrgueres foram produzidos seguindo as boas práticas de fabricação, já que valores acima de 10⁵ não são propícios ao consumo humano (20, 21). Todas as amostras encontravam-se com contagens muito abaixo do máximo estabelecido pela legislação vigente.

Bernadino Filho (22) e Marques (23) encontraram resultados idênticos ao desta pesquisa para *Salmonella sp.* (ausente/25g) e valores superiores para coliformes a 45 °C (2,1 x 10² a 3,6 x 10² ; 2,3 x 10 a 9,3 x 10 NMP/g respectivamente), quando avaliaram a qualidade microbiológica de hambúrgueres bovinos adicionados de inulina como substituto de gordura e ingrediente funcional e hambúrgueres bovinos com adição de farinha de aveia como substituto de gordura, respectivamente.

Os valores encontrados por Rodrigues (24), que trabalhou com a formulação de hambúrgueres ovinos com adição de variados tipos de castanhas para coliformes a 45°C foi abaixo de 10³, assim como essa pesquisa e para contagem de *Staphylococcus Aureus* (UFC/g) demonstrou uma contagem entre 10³ e 1,2 x 10³, valores superiores aos encontrados neste trabalho, porém ambos de acordo com a legislação.

Galvan e colaboradores (25) trabalharam com quatro formulações na produção de linguiça toscana com adição de 5% de toucinho com diferentes teores de inulina e pectina:

F1 continha 0,3% de inulina; F2 continha 0,6% de inulina; F3 continha 0,3% de pectina; e F4 continha 0,6% de pectina e uma amostra controle com 13% de toucinho e para as análises *Clostrídios* sulfito redutores, *Estafilococos* coagulase positiva e Coliformes a 45°C, observou-se crescimento dos microrganismos ($< 10^{-1}$ UFC/g) assemelhando aos resultados desta pesquisa. Assim como Galvan e colaboradores (25), Felix e colaboradores (26) que trabalharam com adição de diferentes farinhas (de pão, mandioca e aveia) os parâmetros microbiológicos estavam de acordo com a legislação vigente.

Através dos resultados é possível afirmar que a carne obtida e o processamento dos hambúrgueres de carne ovina seguiram padrões rigorosos quantos as Boas Práticas de Fabricação. Como não foi constatado a presença de *Salmonella* sp. / 25 g, *Staphylococcus* coagulase positiva/g (UFC/g) e Coliformes a 45 °C/g (NMP/g) considerase que as amostras se encontravam livres da ação de enterotoxinas, que podem desencadear uma intoxicação alimentar (27).

Análises físicas

Percebe-se uma correlação entre os parâmetros de pH, Aw e cor. A respeito da deterioração microbiológica para produtos cárneos a análise de colorimetria se torna indispensável, visto que, ela pode indicar o início de uma deterioração.

Os resultados obtidos por colorimetria faz uso de uma escala de cor, onde o máximo valor de L* é 100 e refere-se à luminosidade, associada a uma perfeita reflexão difusa, e o valor mínimo é zero que representa o preto. Os eixos a* e b* não são capazes de representar limites numéricos específicos. A coordenada a*, por sua vez, varia do vermelho (+a*) ao verde (-a*) e a coordenada b* do amarelo (+b*) ao azul (-b*). Os valores obtidos pelos deltas (ΔL^* , Δa^* e Δb^*) indicam o quanto a amostra diferiu do padrão para L*, a* e b*, e são geralmente utilizados no controle de qualidade e ajustes de formulação, além de serem utilizados para o cálculo da diferença total de cor (ΔE^*) (17). Para discussão dos resultados das análises físicas utilizou-se a Tabela 5 com os tratamentos: HOG, HOIG e HOI.

Tabela 5 - Resultado das análises físicas para os diferentes tratamentos: HOG, HOIG e HOI.

ANÁLISE COLORIMÉTRICA			
L*	49,6 ± 1,08 ^a	47,4 ± 0,7 ^a	50,7 ± 1,95 ^a
a*	+ 11,0 ± 0,1 ^{ab}	+ 13,0 ± 2,05 ^a	+ 9,1 ± 0,46 ^b
b*	+ 8,4 ± 0,72 ^a	+ 6,2 ± 0,8 ^b	+ 6,4 ± 0,78 ^b
ANÁLISES FÍSICAS			
Rendimento na Cocção (%)	61,51 ± 2,48 ^a	62,78 ± 1,91 ^a	64,17 ± 1,03 ^a
Porcentagem de Encolhimento (%)	15,43 ± 2,33 ^a	14,64 ± 2,97 ^a	14,2 ± 1,43 ^a
Capacidade de Retenção de Água (%)	79,53 ± 1,02 ^a	85,21 ± 0,87 ^b	89 ± 0,93 ^b

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey com um nível de significância de 5%; Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. L* - Luminosidade; a* - Intensidades de cor verde/vermelho; e b* - Intensidade de cor amarelo/azul. HOG – 10% de gordura suína; HOIG – 5% gordura suína e 5% inulina; e HOI – 10% de inulina.

Como pode ser verificado pelos resultados obtidos e com base na análise da Imagem 2, o tratamento que apresentou maior luminosidade foi com substituição total da

gordura adicionada por inulina (HOI), seguido pelo tratamento com adição de gordura (HOG) e por fim o tratamento com adição de inulina e gordura (HOIG), o que indica que a presença das cores está bem definida nas amostras analisadas. Este é bom requisito para a comercialização do produto, embora os resultados obtidos para esse parâmetro nos três tratamentos não diferem estatisticamente.

Os resultados para a^* obtidos foram positivos o que indica a presença da coloração vermelha. Segundo os resultados, o vermelho constatado é escuro o que pode ser justificado pelos valores obtidos pela alteração do pH, pela decorrência do tempo de formulação e análise, e pelo uso da embalagem sem interferência com o O_2 . O vermelho obtido é tão escuro que pode ser arremetida ao marrom, comum pela pigmentação da metamioglobina, além de apresentar traços de coloração verde. Já os resultados para b^* , apresentaram-se na coloração amarela ainda mais atuante que o vermelho, justificado pela presença de gordura na formulação, como visto no tratamento HOG que apresentou a cor ainda mais presente, seguido pelo tratamento HOI e por fim HOIG.

Apesar do tratamento HOIG conter mais gordura que o HOI, é possível que na amostra analisada a presença da gordura da própria carne tenha sido quantificada, o que influenciou os resultados obtidos. Para o parâmetro a^* apenas os tratamentos HOG e HOI se diferem estatisticamente e para o parâmetro b^* apenas a formulação HOG se difere das demais. Os resultados foram satisfatórios e podem ser alterados segundo o desejo do público consumidor e fabricante, pelo incremento de outros ingredientes como o urucum e/ou corantes alimentícios para acentuar a coloração vermelha, uma embalagem mais eficaz e segura reduzindo a oxidação dos pigmentos presentes na carne, bem como o aumento ou redução do incremento de ervas finas e gordura.

Para calcular ΔE , que representa a diferença total de cor entre as três coordenadas a amostra padrão HOG foi comparada aos outros tratamentos. Comparando HOG e HOIG constatamos que a diferença total de cor é aproximadamente 3,6986 se diferindo razoavelmente a esses parâmetros de coloração. Associando HOG (padrão) e HOI verifica-se que a diferença de cor fica em torno de 2,9698 uma diferença também expressiva, porém menor que o tratamento com inulina e gordura, vale ressaltar que essas diferenças são imperceptíveis a olho nu.

Os resultados obtidos, segundo os parâmetros L^* , a^* e b^* se diferiram dos obtidos por Júnior e colaboradores (28), que trabalharam com hambúrguer ovino enriquecido com farinha de aveia e obteve valores para L^* entre 43,28 e 51,27 com apenas dois tratamentos com diferença inferior a 5% para o tratamento HOIG e um tratamento com diferença menor a 5% no tratamento HOI. O mesmo pesquisador obteve ainda, diferença maior que 5% em todos os tratamentos realizados com relação a HOG. Para o parâmetro a^* , os valores variam entre 4,38 e 6,74 e para o parâmetro b^* , variam entre 7,56 e 13,98, esses dois parâmetros se diferiram mais que 5% com relação aos valores obtidos nessa pesquisa.

Para Rodrigues (24), que realizou pesquisa na produção de hambúrguer ovino adicionado de variados tipos de castanha, os valores para L^* ficaram em torno de 51,75 e 56,62, valores que são diferentes de todos os tratamentos desta pesquisa. O parâmetro a^* , varia entre 7,23 e 11,79 e para o parâmetro b^* , variam entre 18,30 e 20,74, esses dois parâmetros também se diferiram mais que 5% comparado a este trabalho. O fato dos parâmetros de L^* , a^* e b^* se mostrarem diferentes dos dados obtidos por esta pesquisa pode ser justificado pelas formulações contarem com ingredientes, insumos e porcentagens diferentes, bem como da adição de inulina.

Segundo Felix e colaboradores (26), que trabalharam com a elaboração de hambúrgueres com diferentes concentrações de farinhas de pão, mandioca e aveia se diferiram significativamente quanto os parâmetros de L^* (variando entre 39,21 e 42,95), a^* (variando entre 7,39 e 8,85) e b^* (variando entre 16,51 e 18,7). Isso se justifica pela espécie de obtenção da matéria-prima cárnea utilizada na elaboração dos produtos, quantidade de gordura e inulina adicionadas a formulação.

De acordo com a Tabela 5, pode-se observar que a formulação HOG, sem adição de inulina, apresentou o menor rendimento (61,51%). Já as formulações adicionadas de inulina (HOIG e HOI) apresentaram rendimentos maiores, porém as três formulações não se diferem estatisticamente ($p < 0,05$), entre si. Pode-se declarar que a inulina contribuiu para uma maior retenção de água. Isto se dá devido a estrutura química hidroxilada da fibra inulina, pois a retenção de água se deve a interação entre as hidroxilas e a molécula de água tornando a carne com aspecto macio e suave, além de uma boa elasticidade.

Para o parâmetro de encolhimento na cocção ($p < 0,05$) nas formulações adicionadas de inulina (HOIG e HOI) foram constatados os menores valores para essa análise. No presente estudo, a porcentagem de encolhimento para as formulações HOIG e HOI foram de 14,64 e 14,2%, respectivamente. Isto mostra que a substituição de gordura nas formulações pela inulina, diminuiu a taxa de encolhimento do produto.

Resultados encontrados em pesquisa realizada por Seabra e colaboradores (29), obtiveram como porcentagem de encolhimento em formulações de hambúrgueres ovino adicionadas de fécula de mandioca e farinha de aveia foram de 15,47 e 15,45%, sendo maior que o encontrado nesta pesquisa, principalmente se comparadas as formulações com adição de inulina.

A capacidade de retenção de água (CRA) é uma das propriedades de maior relevância em termos de qualidade tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a carne destinada à industrialização. Isso devido a carne ter a capacidade de reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração e prensagem. Nos tratamentos desenvolvidos, ocorreu diferença de CRA entre os tratamentos, já que HOG apresentou menor capacidade de reter água. Esses resultados foram superiores a Rodrigues (24) e Bernadino Filho (22).

Segundo Felix e colaboradores (26), que elaboraram hambúrgueres de carne bovina com diferentes farinhas (obtidas de pão, aveia e mandioca), obteve nas análises de capacidade de retenção de água valor médio de 83,68% na formulação padrão sem adição das farinhas e valores entre 84,03 e 87,6%, o que indica que os resultados desta pesquisa para esse parâmetro ainda foram ainda mais positivos quando adicionados de inulina. Para o cálculo de rendimento na cocção os resultados obtidos variaram entre 89,92 e 93,65% com menor rendimento na formulação sem adição das farinhas, isso mostra que tanto as farinhas como a inulina adicionada nesta pesquisa elevam o rendimento dos produtos. Para as taxas de encolhimento observou-se uma variação entre 7,1 e 18,6%, com taxa mais elevada na produção sem adição de farinha, reafirmando que os substitutos de gordura a base de carboidratos como também é o caso da inulina atingem resultados positivos para os parâmetros físicos e menor percentual de encolhimento nas formulações mesmo com matérias-primas diferentes.

Bernadino Filho (22) obteve os seguintes resultados para as análises físicas em hambúrgueres bovinos com adição de inulina; capacidade de retenção de água entre 67,66 e 71,86%; porcentagem de encolhimento entre 11,03 e 13,27%; e rendimento na cocção entre 69,83 e 72,44%. Onde as maiores porcentagens de rendimento e capacidade de

retenção de água foram aquelas que continham inulina nas formulações e as menores porcentagens de encolhimento foram as que possuíam a fibra (Inulina), assim como esta pesquisa que trabalhou com a elaboração de hambúrguer ovino. O que aponta que mesmo em matérias-primas cárneas diferentes a inulina obteve resultados positivos.

As variáveis de Aw e capacidade de retenção de água são diretamente proporcionais, visto que quanto maior for uma variável a outra também será elevada. Nas formulações com substituição parcial e total da gordura suína por inulina foi observada essa associação, levando em consideração que a formulação HOG com adição de gordura obteve os menores valores para capacidade de retenção de água e Aw com valores 79,53% e 0,966 respectivamente, enquanto as outras formulações apresentaram valores superiores com valor médio maior que 80% para CRA e 0,98 para Aw.

CONCLUSÕES

A adição de inulina como substituta da gordura suína proporcionou um rendimento satisfatório na obtenção dos hambúrgueres de carne ovina, que apresentou qualidade higiênico-sanitária aceitável e características microbiológicas e físico-químicas dentro das reportadas na literatura, mostrando que poderia ser adequadamente utilizada como alternativa na substituição parcial ou total de gordura em hambúrguer ovino.

O parâmetro de coloração apresentou resultado positivo nas três formulações. Os resultados de capacidade de retenção de água ganharam destaque, pois constatou-se uma boa porcentagem utilizando a matéria prima nas diferentes formulações, principalmente as com adição de inulina (HOIG e HOI). Isso significa que o produto pode passar por processos como aquecimento, corte, centrifugação, prensagem, embalagem e trituração manter as características de cor, textura, suculência e maciez preservadas após a formulação. Esse fator influenciou diretamente nos resultados obtidos para taxa de encolhimento e rendimento, em que a adição de inulina das formulações HOIG e HOI, resultaram num maior rendimento e menor taxa de encolhimento, se comparadas a formulação HOG com adição de 10% de gordura suína.

As formulações com adição de inulina apresentaram maior facilidade de homogeneização, agregando mais rapidamente os ingredientes do produto, o que pode reduzir o tempo de produção. Devido as características apresentadas, a inulina é uma alternativa para redução do teor de gordura do hambúrguer ovino, mantendo as características sensoriais do produto, além de apresentar propriedades funcionais e gerar consequentemente benefícios a saúde dos consumidores.

REFERÊNCIAS

1. Schneider LLS. Carne ovina é oportunidade de negócio para 2020 [Internet]. 2020 [acesso em 2022 Jun 21]. Disponível em: <https://sebraers.com.br/ovinocultura/carne-ovina-e-oportunidade-de-negocio-para-2020/>
2. Embrapa. Carne ovina na mesa do brasileiro [Internet]. 2018 [acesso em 2022 Mar 16]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355035/2751150/Revista+Dezembro+2018/5d3e3265-d48b-800e-7621-2896afdc6857>

3. Gonzaga SS, Corrêa GF, Santos LV, Irigoyen LR, Scheeren FB. Manual de cortes de carne ovina: para um melhor aproveitamento da carcaça [Internet]. Brasília: Embrapa; 2018 [acesso em 14 Mar 2022]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355035/37050427/Manual+de+Cortes+de+Carne+Ovina/f73d0603-328f-e0b4-9c82-e14723a1b35d#:~:text=Este%20Manual%20de%20Cortes%20de,%C3%A0%20carca%C3%A7a%20e%20carne%20ovina>.
4. Senegalhe FBD, Burin PC, Fuzikawa IHS, Penha DS., Leonardo LAP. Ácidos graxos na carne e gordura de ovinos. *Encicl Biosfera*. 2014;10:80-101.
5. Jornal de Brasília. Consumo de hambúrguer cresceu 575% no Brasil: A iguaria tornou-se prato principal nos últimos anos [Internet]. 2020 [acesso em 2022 Mai 7]. Disponível em: <https://jornaldebrasil.com.br/estilo-de-vida/gastronomia/consumo-de-hamburguer-cresceu-575-no-brasil/>
6. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 20, de 03 de agosto de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do hambúrguer. *Diário Oficial da União*. 03 ago 2000; Seção 1:408775.
7. Oliveira JMG. Estratégias para obtenção de produtos cárneos mais saudáveis: antioxidantes naturais e substitutos de gordura [tese]. Niterói: Universidade Federal Fluminense; 2018.
8. Barbut S, Wood J, Marangoni A. Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat Science*. 2016;122:115-162.
9. Kahn L. Inulina [Internet]. 2019 [acesso em 2022 Jun 8]. Disponível em: <https://www.dgabc.com.br/Noticia/3003558/inulina>
10. Infinity Pharma. Inulina: Fibra dietética solúvel 100% vegetal [Internet]. 2021 [acesso em 2022 Abr 11]. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/s01cev8>
11. Maia PL, Fiorio BDC, Silva FRD. A influência da microbiota intestinal na prevenção do câncer de cólon. *Arq. Catarin Med*. 2018;47:182-197.
12. Feitosa VBD, Oliveira ENAD, Souza RLAD, Feitosa BF, Feitosa RM. Estabilidade físico-química de iogurtes adoçados com mel de abelha *Apis mellifera* L. *Cienc. anim. bras*. 2020;21:1-15.
13. Ministério da Saúde (BR). Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*. 23 dez 2019; Seção 1:133.
14. Berry BW. Low fat level effects on sensory, shear, cooking and chemical properties of ground beef patties. *J. Food Sci*. 1997;57:537-540.

15. Troy DJ, Desmond EM, Buckey DJ. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. *J. Sci. Food Agric.* 1999;79:64-65.
16. Zenebon O, Pascuet NS. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
17. Konica Minolta. Entendendo o Espaço de Cor L*a*b* [Internet]. 2020 [acesso em 2022 Abr 22]. Disponível em: https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/#:~:text=O%20espa%C3%A7o%20de%20cor%20L*a*b*%20foi%20criado,*,%2C%20s%C3%A3o%20as%20coordenadas%20crom%C3%A1ticas
18. Assistat. Versão 7.7 beta [Internet]. 2017 [acesso em 2022 Abr 18]. Disponível em: <http://www.assistat.coma>
19. Muniz LR. Estatística censitária da estruturicultura brasileira. São Paulo: ACAB; 2006.
20. Fung DY, Kastner CL, Hunt MC, Dikeman ME, Kropk D. Mesophilic and psychrotrophic bacteria population on hot-boned and conventionally processed beef. *J. Food Prot.* 1980;43:547-550.
21. Silva GLRD. Avaliação microbiológica de alimentos da culinária japonesa, comercializadas em Botucatu, SP [monografia]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2022.
22. Bernardino Filho R. Elaboração de hambúrguer bovino com adição de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura [monografia]. Pombal: Universidade Federal de Campina Grande; 2012.
23. Marques JM. Elaboração de um Produto de Carne Bovina “Tipo Hambúrguer” Adicionado de Farinha de Aveia [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2007.
24. Rodrigues JB. Processamento de hambúrguer de carne ovina adicionado com diferentes tipos de castanhas [dissertação]. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2012.
25. Galvan AP, Rosa G, Back J, Lima DP, Corso MP. Aceitação sensorial de linguiça tipo toscana com teor reduzido de gordura e adição de pectina e inulina. *RECEN.* 2011;13:383-398.
26. Felix TMS, Carvalho FAL, Ramos EJM, Ferreira BMJ, Rodrigues RTS, Queiroz MAÁ. Replacement meat by commercial flours on physicochemical and sensory properties of low-fat lamb burgers. *Res., Soc. Dev.* 2021;10:1-9.

27. Silva MCD. Incidência de *Staphylococcus aureus* enterotoxigênicos e coliformes fecais em Carne-de-sol comercializada na cidade do Recife–PE [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 1991.

28. Júnior LCOS, Rizzatti R, Brungera A, Schiavini TJ, Campos EFM, Neto JFS, Rodrigues LB, Dickel EL, Santos LR. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. CAB. 2009;10:1128-1134.

29. Seabra LMJ, Zapata JFF, Nogueira CM, Dantas MA, Almeida RB. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. *Ciencia Technol Alim.* 2002;22:244-248.

Capítulo 28

APROVEITAMENTO DE COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES EM SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS DE FRUTAS PARA APLICAÇÃO EM CARNES E DERIVADOS – UMA REVISÃO

**Vitoria Bezerra da Silva Monteiro^{ID*}; Gerla Castello Branco Chinelate^{ID};
Raimundo Bernadino Filho^{ID}**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
vitoriabezerradasilvamonteiro@gmail.com*

Resumo: As reações oxidativas que ocorrem nos produtos alimentícios são iniciadas nos tecidos por meio de espécies reativas ao oxigênio. Carnes e derivados são extremamente suscetíveis a deterioração oxidativa, principalmente em sua fração lipídica, e necessitam de antioxidantes sintéticos ou naturais. Subprodutos de frutas como sementes, cascas e bagaço, que são descartados pela agroindústria, são ricos em compostos antioxidantes e são vistos como opção de aplicação na conservação de alimentos, também diminuindo os danos ambientais causados por seu descarte inadequado. O potencial antioxidante desses resíduos, é geralmente aproveitado através de extratos. A incorporação de extratos de resíduos de frutas, seja na superfície ou no interior da formulação do derivado cárneo, tem efeitos antioxidantes e pode influenciar positivamente nas características sensoriais do produto. Quando incorporados à alimentação animal, os resíduos frescos ou secos, melhoram condições de crescimento, engorda, estado de saúde do animal e a qualidade da carne pós abate, que se torna menos suscetível a deterioração oxidativa. Tais evidências estão entre pesquisas que buscam atender as exigências da sociedade atual, que deseja inovação no desenvolvimento de produtos alimentícios mais saudáveis e práticos. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial de aproveitamento de compostos bioativos extraídos de subprodutos do processamento de frutas como alternativa aplicável tanto para conservação de derivados cárneos, como para diminuição do lançamento desses resíduos no meio ambiente, através de uma revisão sistemática da literatura.

Palavras-chave: Antioxidantes naturais; Meio ambiente; Resíduos de frutas

INTRODUÇÃO

A alimentação é uma das atividades mais relevantes realizadas pelo ser humano, sendo foco de crescentes exigências de qualidade, segurança e praticidade. Atender a essas necessidades é um dos objetivos de estudo da tecnologia de alimentos, que avalia ingredientes, embalagens, condições de armazenamento e outros fatores que se relacionam intrinsecamente com os produtos alimentícios (1).

Devido a sua biologia, os alimentos sofrem reações provenientes da presença de microrganismos, enzimas ou oxigênio, que levam a deterioração de sua estrutura primária (1). Produtos perecíveis como carnes e derivados, sofrem reações oxidativas, principalmente em sua fase lipídica e necessitam de inibidores oxidativos de cunho sintético ou natural (2).

Os antioxidantes naturais, como os compostos bioativos, vêm sendo avaliados em pesquisas recentes como possível substituto aos sintéticos (3, 4, 5, 6). A preocupação da sociedade com uma alimentação mais saudável, tem sido um dos motivos para essas mudanças, tendo em vista, que os antioxidantes sintéticos, podem em algum grau, causar efeitos adversos a saúde de seus consumidores (7).

No entanto, além de questões de saúde, o uso desses antioxidantes naturais, pode levar também a benefícios ambientais, quando considerado a fonte de extração dos mesmos. Resíduos de frutas provenientes da agroindústria são ricos em compostos bioativos de caráter antioxidante e são, em muitos casos, descartados de maneira ambientalmente inadequada. Esses subprodutos são formados principalmente por cascas, sementes e bagaços e podem ser adquiridos para aproveitamento de forma barata e abundante (8, 5).

Desta forma, o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial de aproveitamento de compostos bioativos extraídos de subprodutos do processamento de frutas como alternativa aplicável tanto para conservação de derivados cárneos, como para diminuição do lançamento desses resíduos no meio ambiente. Para tanto foi aplicado uma revisão sistemática de literatura.

METODOLOGIA

O presente estudo utilizou como metodologia a revisão sistemática de literatura, delineada conforme critérios de elegibilidade específicos, aplicados em plataformas de busca de abrangência mundial.

Crítérios de elegibilidade

A pesquisa aborda sobre o aproveitamento de resíduos agroindustriais de frutas como fonte de compostos bioativos, com potencial antioxidante aplicável em produtos cárneos, para redução ou inibição das reações oxidativas. Como guia da pesquisa foi eleita a seguinte pergunta norteadora: “Compostos bioativos extraídos de cascas, sementes e bagaço de frutas, é uma opção de aplicação viável contra oxidação de carnes e derivados cárneos e uma alternativa ao descarte desses subprodutos no meio ambiente?”.

Foram rastreados artigos de pesquisa em qualquer idioma, desde que com acesso aberto. Somente publicações entre 2002 e 2022 foram selecionadas para triagem. Esse recorte temporal justifica-se pela instituição do Regulamento Técnico De Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde, publicado pela ANVISA em 2002 (9). Esse regulamento considera a possibilidade de efeitos benéficos de nutrientes e de substâncias bioativas dos alimentos, bem como a necessidade de estabelecer condições para avaliação da segurança de uso de substâncias bioativas.

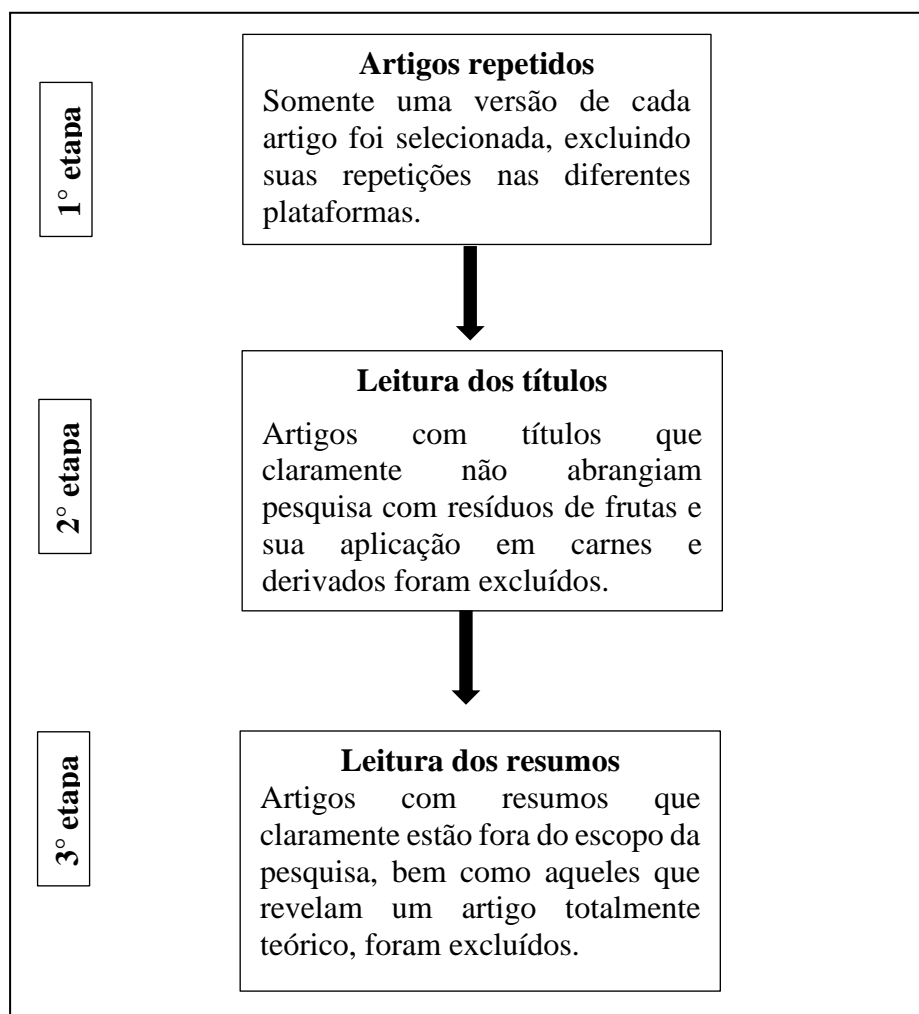
Fontes de informação e forma de busca

Através de busca avançada nas bases de dados *Scopus*, *Scielo*, *ScienceDirect* e *Web of Science*, utilizando os termos indexadores: *bioactive compounds*; *fruit residues* e *meat*, com uso do operador booleano “and” e limitando a busca por tempo, tipo de arquivo e característica de acesso, foram encontrados os artigos utilizados para triagem. Cada base foi acessada através do site periodicos.capes.gov.br, clicando no ícone “Buscar base”. As bases de dados foram escolhidas pela abrangência territorial de suas publicações podendo conter artigos científicos de todo o mundo e os termos indexadores foram selecionados atendendo o objetivo da pesquisa. A busca se deu em fevereiro de 2022, sendo o último acesso em 03 de fevereiro.

Seleção dos estudos

O fluxograma da figura 01 descreve as etapas seguidas durante o processo de triagem dos artigos encontrados nas plataformas de busca.

Figura 01: fluxograma de seleção dos estudos.



Processo de coleta de dados

Os dados metodológicos e resultados dos trabalhos foram destacados em quadro de resumo e o conteúdo dos textos foi trabalhado na construção da discussão em prol de uma resposta à pergunta norteadora. Além dos textos selecionados, outros artigos foram utilizados durante a construção do texto visando a total estruturação da discussão.

RESULTADOS

As buscas na plataforma *Scielo* não trouxeram resultados, as plataformas *Scopus* e *Web Of Science* trouxeram 02 artigos cada e a *ScienceDirect* apresentou 75 trabalhos, totalizando 79 artigos para triagem. Na 1º etapa, 02 artigos estavam duplicados e foram excluídos. Os 77 restantes tiveram seus títulos avaliados e os trabalhos cujo título destoava em relação ao objetivo da pesquisa foram excluídos. Nesta 2º etapa 59 artigos foram eliminados, restando 18. Estes 18 restantes, tiveram seus resumos esmiuçados detalhadamente, buscando apenas os trabalhos que respondiam à pergunta norteadora. Desta forma 10 artigos foram excluídos e os 08 restantes formam a base da escrita deste trabalho.

Os trabalhos selecionados são de qualidade teórico-empírica, com estudos de caso aplicados em diferentes tipos de subprodutos de frutas, visando o aproveitamento do potencial antioxidante presente na inibição das oxidações lipídica e proteica em carnes e derivados. Quatro artigos trabalham a aplicação de subprodutos de frutas na alimentação animal (frangos, patos, porcos e vacas) visando a melhoria das características de qualidade da carne e aumento da resistência oxidativa antes de qualquer processamento. Os demais textos aplicam o efeito antioxidante dos subprodutos de frutas em carne de frango e hambúrgueres bovino, suíno e ovino (Quadro 1).

Quadro 1: Detalhamento dos 08 trabalhos selecionados na triagem.

Autor	Pais/ano	Objetivo	Principais resultados
Nardoia, et al. (16)	Espanha/2019	Avaliar o efeito da adição dietética de casca de uva fermentada e não fermentada no crescimento, digestibilidade de proteínas e polifenóis, microbiota intestinal e estabilidade oxidativa da carne de frangos de corte.	<p>-Altas doses de polifenóis da casca da uva reduziram o desempenho de crescimento e a digestibilidade de proteínas e aumentaram o teor de umidade das excretas.</p> <p>- A casca de uva não fermentada continha mais polifenóis do que a fermentada, e sua inclusão na dieta levou a maiores teores de polifenóis ileais e excretas e a uma menor contagem ileal de <i>Escherichia coli</i>.</p> <p>- O potencial antioxidante dos polifenóis presentes na casca da uva foi observado após 7 dias de armazenamento da carne, sendo a dose de 60 g/kg de casca da uva comparável à suplementação de vitamina E na manutenção da estabilidade oxidativa da carne armazenada.</p>
Santos, et al. (3)	Brasil/2022	Verificar a influência de filmes de gelatina biodegradável puro e em combinação com extrato de bagaço de acerola na qualidade de hambúrgueres congelados durante o armazenamento.	<p>- Os filmes ativos apresentaram propriedades físicas e de barreira adequadas, sendo eficazes no controle de alterações de cor e reações de oxidação em lipídios e proteínas presentes nas amostras avaliadas.</p> <p>- A adição do extrato de bagaço de acerola ao filme de gelatina demonstrou efeito positivo até a concentração de 4%.</p>

			- O tratamento com filme acrescido de 4% de extrato, reduziu a formação de malonaldeído e compostos carbonílicos totais em 23,58 e 60,14%, respectivamente.
Munekata, et al. (14)	Brasil/2016	Avaliar o perfil fenólico e a atividade antioxidante <i>in vitro</i> do extrato de casca de amendoim e o seu efeito nas características de hambúrgueres de carne ovina durante o armazenamento.	<p>- O principal grupo de compostos fenólicos no extrato foram as proantocianidinas seguidas de outros flavonoides, que estão relacionados ao potencial conteúdo fenólico e atividade antioxidante.</p> <p>- A adição do extrato e do butil hidroxitolueno (BHT) reduziu as contagens microbianas durante o tempo de armazenamento, causando redução na perda de vermelhidão e propriedades sensoriais ao longo do tempo.</p> <p>- A oxidação de lipídios e proteínas em hambúrgueres de ovelha foi efetivamente inibida pelo extrato e pelo BHT.</p>
Bellucci, et al. (13)	Brasil/2021	Avaliar a atividade antioxidante do extrato de pitaia vermelha e seus efeitos sobre as características físico-químicas, estabilidade à oxidação (lipídica e proteica) e sensoriais de hambúrgueres suínos com substituição de gordura animal durante o armazenamento refrigerado.	<p>- Não foi observado efeito significativo na composição química e perda de cozimento com a adição do extrato de pitaya, enquanto um efeito significativo foi observado na coesividade ($p < 0,05$).</p> <p>- O extrato apresentou bons efeitos para estabilidade oxidativa e melhorou a aceitação da cor e a preferência dos hambúrgueres.</p>
Ao; Kim. (15)	Coreia do Sul/2020	Avaliar a influência do extrato de semente de uva no desempenho de crescimento, função imunológica, capacidade antioxidante, peso relativo do órgão, morfologia do jejuno, microflora ileal e qualidade da carne em patos Pequim.	- A inclusão do extrato aumentou o peso corporal final e o peso corporal total e melhorou parcialmente as atividades antioxidantes, imunidade, qualidade da carne e saúde intestinal em patos de Pequim.

Safari, et al. (18).	Iran/2018	Avaliar os efeitos da alimentação com polpa de semente de romã e semente de romã no estado oxidativo, perfil metabólico e desempenho de vacas leiteiras de transição.	<p>- A suplementação de subprodutos de romã na dieta, aumentaram a atividade antioxidante total do plasma e reduziu triacilglicerol, ácidos graxos livres e β-hidroxibutirato nos períodos pré e pós-parto.</p> <p>- A suplementação com sementes ou com cascas e sementes, não teve efeitos na ingestão de matéria seca, fermentação ruminal e concentrações plasmáticas de colesterol, proteína total, globulina e aspartato aminotransferase.</p>
Pieszka, et al. (17)	Polônia/2017	Determinar o efeito da suplementação a longo prazo de bagaços de maçã seca, chokeberry preto, groselha preta, morango e cenoura em rações para suínos nas características de engorda e abate, qualidade da carne, estabilidade oxidativa e parâmetros sensoriais e tecnológicos de suínos.	<p>-O uso de bagaços secos de chokeberry mostrou tendências para aumento do consumo de ração e redução do período de engorda.</p> <p>-Os bagaços secos não tiveram impacto no perfil de ácidos graxos saturados e monoinsaturados da carne, porém em alguns grupos foi observado um nível elevado de ácidos graxos poli-insaturados da família <i>n-3</i> e um declínio no nível de colesterol total ($p \leq 0,05$).</p> <p>-A maior estabilidade oxidativa e teor de vitamina E foi encontrada após a suplementação com groselha preta ($p \leq 0,05$).</p>
Frasão, et al. (4)	Brasil/2018	Avaliar a capacidade antioxidante de extratos residuais do processamento de frutas nativas brasileiras (<i>Caryocar brasiliense</i> e <i>Euterpe edulis</i>) para a inibição da oxidação em carne de frango livre de antibióticos e examinar	<p>- O extrato de resíduo de pequi apresentou a maior atividade antioxidante contra a oxidação lipídica na carne de frango livre de antibióticos.</p> <p>- Além disso, ambos os extratos apresentaram alta atividade antioxidante contra a oxidação de proteínas.</p>

		possíveis alterações de cor.	- A adição dos extratos nos tratamentos e a reação dos compostos levaram ao escurecimento da carne de frango.
--	--	------------------------------	---

DISCUSSÃO

Aplicação de extratos antioxidantes em carnes e derivados

Em busca de opções mais saldáveis para conservação de carnes e derivados, os antioxidantes naturais têm sido objeto de estudos e testes de aplicabilidade. Frasão et al. (4), verificaram a ação conservativa dos compostos fenólicos extraídos das cascas de juçara (*Euterpe edulis*) e pequi (*Caryocar brasiliense*) na estabilização da oxidação lipídica e proteica em carne de frango de criação convencional e livre de antibiótico (*Gallus gallus domesticus*), comparando com a ação do antioxidante sintético BHT. A juçara e o pequi são frutas nativas do Brasil, ambas têm grande quantidade de compostos antioxidantes e geralmente são comercializadas como polpas (10,11), sendo comum o descarte de subprodutos como cascas e sementes, durante o processamento (12).

O aproveitamento destes resíduos trabalhado por Frasão et al. (4), além de promover alternativa ambientalmente desejável, permitiu constatar que os extratos do resíduo de pequi e juçara foram eficientes na inibição das oxidações lipídica e proteica da carne de frango convencional livre de antibióticos. Os resultados também revelaram destaque para o extrato de resíduo de pequi, que foi mais eficiente na conservação da carne que o resíduo de juçara e o antioxidante sintético.

Neste mesmo viés, o extrato de pitaia vermelha (*Hylocereus monacanthus*) foi acrescentado em diferentes quantidades a formulações de hambúrgueres suínos, comparando com antioxidante eritorbato de sódio e com amostras sem antioxidante. Os pesquisadores avaliaram durante 18 dias, parâmetros de qualidade dos hambúrgueres e observaram que a cor rosa intensa do extrato de pitaia aumentou a estabilidade da cor dos hambúrgueres durante o armazenamento. Além disto, a formação de compostos malonaldeídos e carbonílicos nas amostras com extrato, foram inferiores comparadas com as amostras sem antioxidantes e semelhante as amostras com eritorbato de sódio. A pitaia vermelha tem cor vermelho-púrpura e possui compostos antioxidantes como os polifenóis e betacianinas. Essas características influenciaram a cor e a oxidação dos hambúrgueres, porém não afetaram a sua composição centesimal (13).

Em contrapartida, extrato de casca de amendoim (ECA) aplicado em hambúrguer ovino, não manteve os efeitos da pitaia na estabilidade da cor ao longo do tempo. Nesses hambúrgueres de carne ovina foi estudada a incorporação de extrato de casca de amendoim, avaliando características microbiológicas, físico-químicas, oxidativas e sensoriais ao longo de 20 dias a 2°C, comparando com o antioxidante BHT. Quanto a cor, apesar de a vermelhidão das amostras ter diminuído ao longo do tempo, os tratamentos adicionados de ECA ou BHT apresentaram menor perda de cor. Os compostos antioxidantes presentes no ECA, inibiram as oxidações lipídicas e proteicas nos hambúrgueres, apresentando diferenças significativas na formação de malonaldeídos e

compostos carbonílicos totais quando comparado a amostra sem antioxidante. Assim o ECA apresentou efeito semelhante ao proporcionado pelo BHT nas amostras e não influenciou significativamente as características sensoriais de odor, sabor, textura e aceitação global dos hambúrgueres (14).

É evidenciado que a incorporação de extratos de resíduos de frutas tem efeitos antioxidantes no derivado cárneo ao qual é adicionado, podendo influenciar em outras características do produto como textura, coesividade, composição centesimal e cor (13,14). No entanto, o espaço de aplicação desses extratos não se restringe ao acréscimo direto na formulação do produto. Os extratos podem influenciar também quando aplicados na superfície externa do derivado cárneo pronto, através da aplicação de revestimentos ativos (3).

Adicionando extrato de fruta a superfície de derivados cárneos, Santos et al., (3), elaboraram filmes ativos à base de gelatina com diferentes quantidades de extratos (0%, 2%, 4% e 6%) de bagaço de acerola (*Malpighia emarginata*), para avaliação de alterações na qualidade de hambúrgueres bovinos durante o armazenamento. As embalagens ativas antioxidantes são alternativas para controle da deterioração de alimentos, por proporcionar a interação entre os compostos presentes na estrutura ativa da embalagem e o alimento. A aplicação do filme nos hambúrgueres bovinos foi eficaz no controle de alterações de cor e reações de oxidação em lipídios e proteínas. Inclusive diminuindo a formação de malonaldeído e compostos carbonílicos totais que são gerados durante processos oxidativos (3).

Aplicação de subprodutos de frutas na alimentação animal

Os danos causados pelas reações oxidativas no organismo do animal, levam a efeitos negativos no crescimento, estado de saúde e qualidade da carne pós abate, conseqüentemente, afetando os consumidores daquele alimento. Essas reações ocorrem nos tecidos e são iniciadas por espécies reativas ao oxigênio (15).

Uma das opções em estudo para diminuição desses danos oxidativos é a inclusão de componentes ricos em compostos antioxidantes, como os resíduos agroindustriais de frutas, na alimentação animal (15,16,17). Em pesquisa com frangos de corte e patos, alimentados com resíduos agroindustriais de uva e extrato de sementes de uva, respectivamente, foi constatado melhores condições de saúde intestinal, tendo diminuição de micro-organismos excretados como *Escherichia coli*, nos frangos e aumento de peso corporal final, nos patos. Ambos ainda apresentaram melhores condições antioxidantes na carne pós abate, quando comparado a animais sem tal dieta (15,16).

A atuação do bagaço de uva no organismo de aves vai desde a proliferação de bactérias intestinais benéficas até o aumento nos teores de α -tocoferol e ácidos graxos poli-insaturados, ainda promovendo menor suscetibilidade à oxidação lipídica (15,16). É rico em polifenóis, principalmente antocianinas e flavonóis com propriedades antioxidantes e pode ser incorporado na alimentação animal, tanto fermentado como não fermentado (16).

De semelhante modo, no organismo de vacas holandesas parturientes alimentadas com resíduos de romã (casca + semente), foi observado aumento da atividade

antioxidante do plasma e redução de triacilglicerol, ácidos graxos livres e β -hidroxibutirato, nos períodos pré e pós-parto. Durante esse período de transição, as vacas apresentam aumento de suas taxas metabólicas e de espécies reativas ao oxigênio, que se não inibidas geram estresse oxidativo. A aplicação dos subprodutos de romã levou ao aumento da defesa natural do animal, que recebeu antioxidantes naturais como os polifenóis, principalmente os taninos hidrolisáveis presentes no bagaço do fruto (18).

Com suínos, ao utilizar diferentes resíduos de frutas e vegetais secos, na alimentação de porcos para engorda, Pieszka et al. (17), avaliaram a influência da adição de maçã seca, chokeberry, groselha preta, morango e cenoura nos parâmetros de produção e qualidade da carne. Cada grupo de suínos foi alimentado com um tipo de resíduo seco, até atingirem um peso médio de 107 kg. As análises ao longo do estudo constataram que o perfil de ácidos graxos saturados e monoinsaturados da carne não sofreram impacto, no entanto, ocorreu um aumento nos ácidos graxos poli-insaturados da família *n-3* e um declínio no nível de colesterol total, em todos os grupos alimentados com os resíduos secos. De modo geral, a alimentação de suínos com estes resíduos torna a carne enriquecida de vitaminas, ácidos graxos insaturados, minerais e antioxidantes, trazendo influência positiva na saúde dos consumidores (17).

Perspectivas futuras

Tendo em vista a pequena quantidade de trabalhos encontrados na literatura com este foco, observa-se um amplo campo de pesquisa e exploração. Diversos resíduos de frutas já foram estudados quanto ao potencial antioxidante (19, 20) e os tais podem ser avaliados, tanto de forma individual quanto em combinação, para inibição da deterioração oxidativa de derivados cárneos.

Outro ponto a ser observado são as características tecnológicas dos extratos de antioxidantes naturais. Observa-se que após serem retirados de sua matriz biológica, eles se tornam instáveis e muito sensíveis a diferentes condições ambientais e de armazenamento. O encapsulamento tem sido então indicado atualmente, como alternativa para que haja uma aplicação industrial ampla e eficiente desses antioxidantes. Essa tecnologia além de reduzir a instabilidade, diminui os distúrbios das propriedades organolépticas que podem ocorrer quando são incorporados em alimentos (21).

CONCLUSÕES

Os subprodutos ou resíduos abordados nesta pesquisa, aplicados tanto, dentro da formulação de produto cárneo processado ou na superfície, quanto na alimentação do animal, apresentaram boas respostas no tocante a inibição das reações oxidativas. Quando comparados a antioxidantes sintéticos apresentaram resultados semelhantes ou superiores em inibição, podendo ser considerados uma alternativa para aplicação na indústria de carnes.

Ao fazerem parte da alimentação do animal trazem benefícios desde a saúde do próprio animal até a saúde do consumidor da carne após o abate. Além disto, tendo amplo uso, esses subprodutos, podem ser aproveitados evitando descarte inadequado no meio ambiente.

Portanto, os antioxidantes naturais presentes nos subprodutos agroindustriais de frutas são alternativas para elaboração de produtos mais saudáveis para o consumo humano, proporcionando o aproveitamento dos resíduos e assim menor impacto ambiental.

AGRADECIMENTOS

A Deus por fornecer a ideia e as ferramentas necessárias à execução deste trabalho.

Ao programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, pelo apoio institucional que contribuiu para a elaboração desta estrutura de escrita científica.

REFERÊNCIAS

1. Leonardi JG, Azevedo BM. Métodos de Conservação de Alimentos. Revista Saúde em Foco. 2018;10:51-61.
2. Prete RO, Serafim RA, Souza DFM, Sakanaka LS, Yamaguchi MM. Caracterização e aplicação de óleo de orégano como antioxidante natural em linguiça suína frescal. Braz. J. of Develop. 2020;6:44109-44118.
3. Santos EM, Souza TCA, Neto DCS, Grisi CVB, Ferreira VCS, Silva FAP. Edible active film based on gelatin and *Malpighia emarginata* waste extract to inhibit lipid and protein oxidation in beef patties. LWT – Food Science and Technology. 2022; e112837.
4. Frasão B, Costa M, Silva F, Rodrigues B, Baltar J, Araujo J, Moreira D, Torrezan R, Conte-Junior C. Effect of pequi (*Caryocarbrasiliense*) and juçara (*Euterpeedulis*) waste extract on oxidation process stability in broiler meat treated by UV-C. PLoS ONE. 2018;e0208306.
5. Vodnar DC, Călinoiu LF, Dulf FV, Ștefănescu BE, Crisan G, Socaciu C. Identification of the bioactive compounds and antioxidant, antimutagenic and antimicrobial activities of thermally processed agro-industrial waste. Food Chemistry. 2017;231:131–140.
6. Caetano ACS, Araújo CR, Lima VLAG, Maciel MIS, Melo EA. Evaluation of antioxidant activity of agro-industrial waste of acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fruit extracts. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2011;31:769-775.
7. Xu X, Liu A, Hu S, Ares I, Martínez-Larrañaga MR, Wang X, Martínez M, Anadón A, Martínez MA. Synthetic phenolic antioxidants: Metabolism, hazards and mechanism of action. Food Chemistry. 2021; 353:1-15.
8. Arun KB, Madhavana A, Sindhub R, Binodb P, Pandey A, Reshmy R, Sirohie R. Remodeling agro-industrial and food wastes into value-added bioactives and Biopolymers. Industrial Crops & Products. 2020;154:1-13.
9. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 2, de 7 de

- janeiro de 2002. Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. Diário Oficial da União. 17 jul 2002 ; Seção 1:136.
10. Silva PPM, Carmo LF, Silva GM, Silveira-Diniz MF, Casemiro RC, Spoto MHF. Composition of juçara pulp. *Alim. Nutr. = Braz. J. Food Nutr.* 2013;24:7-13.
 11. Lima A, Silva AMO, Trindade RA, Torres RP, Mancini-Filho J. Composição Química e Compostos Bioativos Presentes na Polpa e na Amêndoa do Pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). *Rev. Bras. Frutic.* 2007;29:695-698.
 12. Martins QSA, Barros HEA, Silva SLC, Gualberto SA, Silva MV. Resíduos da Indústria Processadora de Polpas de Frutas: Capacidade Antioxidante e Fatores Antinutricionais. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente.* 2019;12:591-608.
 13. Bellucci ERB, Munekata PES, Pateiro M, Lorenzo JM, Barretto CS. Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. *Meat Science.* 2021; e108284.
 14. Munekata PES, Fernandes RPP, Melo MP, Trindade A, Lorenzo JM. Influence of peanut skin extract on shelf-life of sheep patties. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.* 2016;6:586–596.
 15. Ao X, Kim IH. Effects of grape seed extract on performance, immunity, antioxidant capacity, and meat quality in Pekin ducks. *Poultry Science.* 2020;99:2078–2086.
 16. Nardoia M, Romero C, Brenes A, Arija I, Viveros A, Ruiz-Capillas C, Chamorro S. Addition of fermented and unfermented grape skin in broilers' diets: effect on digestion, growth performance, intestinal microbiota and oxidative stability of meat. *Animal.* 2019; 14:1371–1381.
 17. Pieszka M, Szczurek P, Bederska-Łojewska D, Migda W, Pieszka M, Gogol P, Jagusiak W. The effect of dietary supplementation with dried fruit and vegetable pomaces on production parameters and meat quality in fattening pigs. *Meat Science.* 2017;126:1–10.
 18. Safari M, Ghasemi E, Alikhani M, Ansari-Mahyari S. Supplementation effects of pomegranate by-products on oxidative status, metabolic profile, and performance in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2018;101:11297–11309.
 19. Melo OS, Bergamaschi KB, Tiveron AP, Massarioli AP, Oldoni TLC, Zanús MC, Pereira GE, Alencar SM. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. *Ciência Rural.* 2011;41:1088-1093.
 20. Sousa MSB, Vieira LM, Silva MJM, Lima A. Caracterização Nutricional e Compostos Antioxidantes em Resíduos de Polpas de Frutas Tropicais. *Ciênc. Agrotec.* 2011;35:554-559.
 21. Castromonte M, Wacyk J, Valenzuela C. Encapsulación de extractos antioxidantes desde sub-productos agroindustriales: una revisión; *Rev Chil Nutr.* 2020;47:836-847.

Capítulo 29

PERSPECTIVAS E AVANÇOS NO EMPREGO DE FRUTAS NATIVAS NA PRODUÇÃO DE CERVEJAS ARTESANAIS DO ESTILO *FRUIT BEER*: REVISÃO

Felipe Siqueira Molina ^{1*}; Marianna Pozzatti Martins De Siqueira ²

*1*Discente do Curso Superior de Tecnologia em Gastronomia do Instituto Federal Farroupilha IFFAR - Email: felipesiqmolina42@gmail.com*

2 Docente do Curso Superior de Tecnologia em Gastronomia do Instituto Federal Farroupilha IFFAR - Email: marianna.pozzatti@iffarroupilha.edu.br

Resumo: O mercado cervejeiro artesanal está em expansão nas últimas décadas, somado a isso, o público dessa bebida sempre se encontra ávido por novidades. Um possível modo de suprir essa demanda é a partir da produção de cervejas no estilo *fruit beer* empregando diferentes frutas nativas, as quais são consideradas importantes, mas normalmente são pouco exploradas, devido às suas particularidades. Com isso, objetivou-se apresentar e discutir como incentivar o uso de frutas nativas, principalmente as provenientes do Rio Grande do Sul, que correm risco de extinção devido ao seu esquecimento, durante o processo de produção de cerveja artesanal no estilo *fruit beer*. Para tal propósito, foi elaborada uma análise bibliométrica a fim de gerar dados para o estudo, os quais demonstraram que a adição de frutas em cervejas vem a ser uma alternativa interessante, além de agregar diversos benefícios à bebida. Assim, a adição das frutas nativas tende a suprir a demanda do mercado cervejeiro artesanal, como também agrega valor nutricional, funcional, microbiano e estabilidade para a bebida, além de melhorar e diversificar os aspectos sensoriais e agregar valores sociais, culturais e econômicos ao produto.

Palavras-chave: Análise Sensorial; Cerveja Artesanal; *Fruit Beer*; Frutas Nativas; Mercado Cervejeiro

INTRODUÇÃO

As normativas brasileiras conceituam cerveja como uma bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo (1). Segundo Morado (2), existe um consenso no qual o surgimento da cerveja, chamada de “pão líquido” no mundo antigo, se deu em conjunto com o surgimento do pão, isso ainda por volta do ano 9.000 a.C. Morado (2) ainda afirma que o homem só deixou de ser caçador-coletor para começar a criar povoados e praticar o sedentarismo no momento em que começou a cultivar os cereais que são utilizados para produzir o pão e a cerveja.

De acordo com Muxel (3), para os sumérios, a cerveja possuía tamanha importância que chegava a ser usada como meio de administrar ervas medicinais e como oferta para os templos. Já no Egito, ela era considerada uma bebida básica, consumida tanto pelos faraós, quanto pelos camponeses. Slomp, Antunes e dos Santos (4) citam que a primeira lei relacionada com a bebida surgiu dentro do Código de Hamurabi de 1.750 a.C., na qual uma das normativas estabelecidas previa-se a morte por afogamento à pessoa que servisse uma cerveja considerada de baixa qualidade.

Na Idade Média, a partir do século VI aconteceram iniciativas para a produção sistematizada de cerveja nos mosteiros, sendo assim, os monges consumiam a bebida e a ofereciam a forasteiros, tornando-se grandes responsáveis pela popularização do líquido (2). Santos e Dinham (5) comentam que os monges bebiam cerveja até durante períodos de jejum religioso, pois acreditavam que a bebida não cortava o jejum. Com tamanha popularização, a bebida não demorou a chegar às terras tupiniquins, dado que o líquido chegou ao país em 1808 através da família real portuguesa de mudança para o então Brasil colônia (6).

Por conseguinte, a cerveja faz parte da história e cultura de diversos países e também movimentou vários mercados econômicos, por ser uma das bebidas mais consumidas no mundo, além de ser considerada no Brasil a bebida de preferência nacional (7). De acordo com Ramos e Pandolfi (8) o mercado cervejeiro brasileiro é promissor e vem crescendo gradativamente, além de ser valorizado pelo seu processo artesanal, pois a bebida permite diversas possibilidades de novos sabores.

Levando em conta a história e popularização da bebida no Brasil e no mundo, pode-se notar que a cerveja possui um mercado gigantesco. Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CervBrasil) em seu anuário em 2014, o mercado cervejeiro nacional, no ano de 2013 produziu cerca de 13,5 bilhões de litros ao ano, assim obtendo 70 bilhões em faturamento e ainda comportando 2% do PIB nacional (9). No ano de 2014, o Brasil foi o terceiro maior produtor de cerveja no mundo, com 14 bilhões de litros, atrás apenas da China e dos Estados Unidos (EUA), e manteve o crescimento de 5% ao ano, com 1,6% do PIB nacional (10).

Como aponta o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no ano de 2017, o Brasil consolida a tendência de crescimento no mercado cervejeiro, chegando a contabilizar 679 estabelecimentos legalizados, além do aumento do número de produtos disponíveis no mercado, que no final do ano chegava a 8.903 novos produtos (11). No ano seguinte, ao comentar sobre as microcervejarias, que são as maiores produtoras de cervejas artesanais, foram contabilizadas 835 unidades produtoras, as quais somaram 16.968 produtos registrados até o dia do levantamento. Esses números

confirmam a tendência do setor em realizar grande variedade de registros de produtos diferentes em cada unidade produtora (12).

No levantamento no ano de 2020, verificou-se um aumento ainda mais expressivo, atingindo a marca de 1.209 cervejarias registradas, sendo assim, 320 novas unidades produtoras, quase alcançando o número de uma cervejaria nova abrindo as portas por dia no ano de 2019 (13). Em seu último levantamento, foi registrada uma leve desaceleração, devido à pandemia do SARS-CoV-2 (causador da COVID-19), mas ainda assim mantendo um aumento de 14,4% nos registros de novos negócios, totalizando 1.383 cervejarias abertas no país. Além de elencar 8.459 novos produtos no mercado, alcançando a marca de 33.963 produtos disponíveis para venda no mercado brasileiro (14). Portanto, segundo esses dados, o mercado brasileiro de cervejas artesanais saiu da décima para a terceira colocação entre os maiores consumidores de cervejas no mundo no período de 2007 a 2017, além de se estimar que em até 2025, o país ultrapassará os EUA em número de cervejarias, alcançando a marca de 7.500 estabelecimentos (15).

As vendas da bebida no país aumentaram durante a pandemia, com um volume crescente de 5,3% nas vendas no ano de 2020, se comparado com o ano de 2019, que já vinha de um avanço de 3,5% maior que o ano anterior. O volume total de consumo atingiu 13,3 bilhões de litros consumidos, só ficando atrás do ano de 2014, ano em que o país sediou a Copa do Mundo; levando em conta que este avanço aconteceu em um ano em que o PIB caiu 4,1%, ficando totalmente na contramão da economia e do mercado global. Esse consumo se deu dentro das residências, onde os brasileiros com mais de 18 anos consumiram a marca recorde de 68,6% a mais da bebida dentro de suas próprias residências (16).

Conforme Maia e Belo (17) as cervejas artesanais estão cada vez mais ganhando espaço no ramo de bebidas e adquirindo a preferência do consumidor, as frutas adjuntas na produção da cerveja proporcionam um sabor mais agradável e boa aceitação pelos apreciadores do líquido. Barbieri (18) declara que o Brasil conta com uma ampla biodiversidade, devido aos variados biomas existentes no país. Por isso, apresenta diversidades em frutas nativas com grande potencial econômico, contudo, normalmente pouco exploradas.

O movimento Slow Food Brasil (19) em um manifesto em prol das frutas nativas brasileiras declarou que ao longo do tempo em que o Brasil foi se constituindo, as espécies nativas foram pouco exploradas comercialmente e o seu potencial de consumo acabou por ficar em segundo plano, ficando apenas conhecidas no seu próprio bioma, com pequenas exceções como o abacaxi, goiaba, maracujá e caju, mas que com certeza ainda é muito pouco comparado à diversidade encontrada no país, onde saindo dos grandes centros se encontra enorme diversidade de frutos como, araticum, bacuri, buriti, cagaita, cambuci, ingá, jatobá, mangaba, murici e a pupunha.

Em escala comercial, o Brasil planta e colhe as mesmas frutas que os outros países, sendo o terceiro maior produtor de frutas no mundo, atrás apenas da China e da Índia. No entanto, apenas as frutas banana, melancia, maçã, laranja e uva respondem por 60% da produção mundial e no Brasil a laranja, banana e abacaxi totalizam 67% da produção nacional, com a melancia, coco, mamão, uva, maçã, manga e limão, completando a lista das dez frutas mais produzidas no país e representam cerca de 92% da produção. Portanto, os programas de governo priorizam a monocultura e faltam incentivos e pesquisas que promovam a diversidade de frutas das diversas regiões do Brasil (19).

Em outro estudo verificou-se que as frutas nativas do estado Rio Grande do Sul são saborosas, versáteis e ricas em compostos bioativos, assim possuindo elevado potencial e importância, devendo ser preservadas, valorizadas e estudadas (20). Para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), os frutos nativos brasileiros constituem importante colocação na pauta da alimentação populacional, na agricultura e comércio local e internacional, por isso se demanda investimentos e pesquisas de tais frutas, visando o enorme e competitivo mercado real e potencial que elas possuem, além de nichos, produtos e subprodutos que elas podem gerar (21). Muitas espécies frutíferas nativas já possuem suas cadeias produtivas bem definidas, como o abacaxi, caju e maracujá, porém outras ainda estão em processo de domesticação, com diversas lacunas nos seus sistemas de produção. No entanto, com pesquisas já em desenvolvimento para tentar diminuir tais lacunas, como é o caso do cupuaçu, mangaba, umbu, bacuri, entre outras (21).

Conforme Birochi, Rover e Schultz (22), nos últimos tempos, o tema “frutas nativas” tem sido foco de estudo de inúmeros pesquisadores que tentam compreender as dinâmicas dessa cadeia que recentemente possui uma ascensão importante no contexto do Rio Grande do Sul. Em seu estudo, Castro (20) aponta a importância de ressaltar o valor nutricional que as frutas nativas no Rio Grande do Sul possuem, além de citar as oportunidades de cultivo e criação de novos produtos para o mercado nacional. Barbieri (18) ainda afirma que a região Sul possui diversas frutas nativas e que elas possuem grande valor nutricional e medicinal devido à presença de vitaminas e substâncias antioxidantes. As frutas podem ser consumidas in natura, processadas e na forma de produtos que levam elas em sua composição.

Ramos *et al.* (23) propõem em seu estudo sobre as cadeias produtivas no Sul do país, no qual, frutas nativas como o butiá, guabiroba e araçá necessitam de ampliação na divulgação, além de maior fomento e investimentos para gerar uma demanda por tais frutas, mas ao mesmo tempo sem perder características do extrativismo familiar, que possui um cuidado maior com o manejo das plantas e do ecossistema que ela pertence. Polesi *et al.* (24) ainda concluíram que a divulgação, reconhecimento e consumo de frutas nativas necessitam de políticas públicas que valorizem a agrobiodiversidade local e regional e do fomento de órgãos de extensão e ampliação das pesquisas científicas. O Sul do Brasil apresenta uma grande diversidade de frutos nativos, dentre estes destacam o araçá, butiá, feijoa, pitanga, goiaba-serrana, cereja-do-rio-grande, jabuticaba, uvaia, guabiroba, araticum, açai-juçara, guabiju, entre inúmeras outras (25, 26).

Tendo isso em conta, uma das possíveis maneiras de trazer novos sabores e uma identidade mais particular para a cerveja artesanal consiste na utilização de frutas nativas, conforme já exposto anteriormente, portanto, o presente artigo se justifica ao estudar e apresentar o promissor mercado cervejeiro unido ao mercado das frutas nativas brasileiras que ainda está em desenvolvimento e que pode agregar muito valor ao setor, como também pretende apresentar e discutir como incentivar o uso de frutas nativas brasileiras da região do Rio Grande do Sul, que correm risco de extinção devido ao seu esquecimento, durante o processo de produção de cerveja artesanal no estilo *fruit beer*, assim suprindo uma ávida demanda por novidades, a qual constantemente é apresentada pelo mercado cervejeiro que apresenta grande desenvolvimento nos últimos anos.

Para o presente trabalho foi desenvolvida uma metodologia em duas etapas, sendo que a primeira se baseou em uma pesquisa bibliográfica, a fim de compreender o assunto e os termos mais relevantes. Assim, foi elaborada uma investigação a partir da divisão do

tema em dois elementos: a “cerveja artesanal” e as “frutas nativas”. A partir do estudo sobre o assunto, foram definidas palavras-chave as quais foram dispostas nos bancos de dados, como *Science Direct*, Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), além do acervo físico da biblioteca Aparício Silva Rillo, localizado nas dependências do Instituto Federal Farroupilha - Campus São Borja.

As palavras-chave utilizadas em português brasileiro para o estudo foram: “frutas nativas brasileiras”, “frutas nativas do Rio Grande do Sul”, “mercado cervejeiro”, “cerveja artesanal”, “cervejas com adição de frutas”, “arca do gosto” e “produção de cerveja artesanal”, as quais geraram cerca de 70 mil resultados relacionados com a temática de frutas; e com relação à temática “cerveja”, foram gerados aproximadamente 22 mil resultados, destes, em torno de 500 artigos passaram por uma avaliação rápida, dos quais, 101 trabalhos foram selecionados para leitura e dentre estes, 22 apresentaram-se pertinentes para o trabalho em questão. Além disso, parte desta investigação foi efetuada em sites de instituições governamentais públicas e privadas, como os sites da EMBRAPA, MAPA, CervBrasil e Slow Food Brasil, onde foram coletados dados mercadológicos e senso realizados por essas instituições.

Durante a segunda etapa, organizou-se uma análise bibliométrica, a fim de obter dados que ajudem a demonstrar a importância do estudo proposto, além de catalogar estudos já publicados e apresentar os seus resultados. Para isso, foi realizada uma pesquisa através dos bancos de dados *Science Direct*, Google Acadêmico e *SciELO*, onde foram utilizadas palavras-chave em português brasileiro e inglês americano, como: “*fruit beer*”, “cerveja com frutas”, “*sensory analysis*” e “análise sensorial”, com as palavras entre aspas, em pares e sem a utilização de filtros, tais como o ano de publicação, a fim de verificar a evolução das pesquisas ao longo do tempo. Foram encontrados 61 resultados, após serem selecionados com base na sua leitura, formulou-se a compilação final dos artigos mais relevantes ao assunto que serão apresentados na próxima seção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a metodologia anteriormente descrita, foi construída a Tabela 1 a partir da seleção de artigos que contemplaram os requisitos relevantes ao tema, nos quais constaram como temática a produção de algum tipo de *fruit beer*, a realização de análise sensorial, análises físico-químicas e intenção de compra ou viabilidade de produção da bebida. Sendo assim, foi gerada a Tabela 1 com 16 resultados.

Tabela 1 – Estudos que abordaram o tema da produção de *Fruit Beers*

Título/Ano	Estilo de cerveja/ Fruta	Aceitação	Viabilidade de Produção
Análises físico-químicas de cerveja artesanal elaborada com graviola e análise sensorial de cervejas com adição de frutas e frutadas comercializadas/2017 (17)	<i>Fruit beer</i> / Graviola	Boa Aceitação	Sim
Acerola (<i>Malpighia emarginata dc</i>) e abacaxi (<i>Ananas comosus l. merril</i>) como adjuntos no	<i>Fruit beer</i> / Acerola e abacaxi	Satisfatória	Sim

processamento de cerveja: caracterização e aceitabilidade/2015 (27)

Tabela 1: Continua

Viabilidade de produção e caracterização de cerveja artesanal com acerola (<i>Malpighia emarginata dc</i>)/2017 (28)	<i>Blond Ale/</i> Acerola	Boa/ Satisfatória	Sim
Physicochemical and sensory analysis of craft beer made with soursop (<i>Annona muricata L.</i>)/2020 (29)	<i>Pilsen/</i> Graviola	Satisfatória	Sim
Incorporação de physalis (<i>Physalis peruviana L.</i>) Na produção de cerveja frutada/2021 (30)	<i>Pilsen/</i> Physalis	Não houve análise sensorial	Sim
Produção e análise sensorial de cerveja artesanal utilizando extratos dos frutos de mangaba (<i>Hancornia speciosa gomes</i>)/2017 (31)	<i>Blonde Ale/</i> Mangaba	Boa aceitação	Sim
Jabuticaba fruit beer: physicochemical and sensory evaluation/2022 (32)	<i>Fruit beer/</i> Jabuticaba	Satisfatória	Sim
Cerveja artesanal enriquecida com tangerina (<i>Citrus reticulata</i>) e pimentas/2017 (33)	<i>Indian Pale Ale/</i> Tangerina	Não houve análise sensorial	Sim
Production and analysis of non-traditional beer supplemented with sea buckthorn/2017 (34)	<i>Kölch beer/</i> Espinheiro marítimo	Boa aceitação	-
Produção de cerveja do estilo <i>catharina sour</i> com araçá-boi (<i>Eugenia stipitata mcvaugh</i>)/2021 (35)	<i>Catharina Sour/</i> Araçá-boi	Satisfatória	Sim
Produção de cerveja artesanal com adição de ácido ascórbico a partir de fruto amazônico/2019 (36)	<i>Witbier/</i> Camu-camu	Não houve análise sensorial	Sim
Bergamot and olive extracts as beer ingredients: their influence on nutraceutical and sensory properties/2022 (37)	<i>Blanche/</i> Bergamota <i>Weiss/</i> Azeitona	Satisfatória	Sim
Physicochemical characterization of craft beers produced with passion fruit (<i>Passiflora edulis sims</i>)/2022 (38)	<i>Pilsen/</i> Maracujá	Boa aceitação	Sim
Volatile compounds content, physicochemical parameters, and antioxidant activity of beers with addition of mango fruit (<i>Mangifera indica</i>)/2020 (39)	<i>Pilsen/</i> Manga	Boa aceitação	Sim

Wild barberry fruit (*Berberis microphylla* g. *Berliner Weisse/* Boa aceitação Sim
forst.) as a natural ingredient for beer *Barberry fruit*
 brewing/2021 (40)

Tabela 1: Continua

Physicochemical characterization of special persimmon fruit beers using bohemian pilsner malt as a base/2017 (41)	<i>Bohemian Pilsner/ Caqui</i>	Boa aceitação	-
---	--------------------------------	---------------	---

Com base na Tabela 1, pode-se notar que as pesquisas sobre o tema vêm crescendo nos últimos anos, sendo que metade dos trabalhos foram publicados nos últimos três anos. O maior número de publicações ocorreu no ano de 2017, com seis publicações; seguido dos anos de 2022 e 2021 (3 publicações); 2020 (2 publicações) e 2019 e 2015 com uma publicação cada. Outro dado relevante é o local de origem dos estudos, sendo contabilizados 6 países diferentes, dentre eles o Brasil com onze publicações, a Itália, Espanha, Rússia, Polônia e Argentina com 1 publicação cada. Com base no exposto acima, entende-se que no Brasil existe grande interesse pelo tema e que o mesmo vem apresentando bons resultados.

Por meio da análise bibliométrica, foi possível extrair outros dados, como por exemplo, 81,25% efetuaram algum tipo de análise sensorial na bebida em estudo, sendo que 100% dos estudos apresentaram resultados entre “boa aceitação” e “satisfatória”. 93,75% realizaram algum tipo de estudo físico-químico na cerveja e os parâmetros encontrados estavam de acordo com o esperado por cada autor ou estavam dentro do padrão exigido pelos órgãos regulamentadores. 87,5% apresentaram algum dado referente à intenção de compra ou se a produção do produto seria viável, sendo que todos apresentaram resultados positivos para estes quesitos.

Contudo, é importante salientar que os artigos selecionados produziram diferentes estilos de *fruit beers* com frutas diversificadas e adicionadas na produção em momentos e maneiras diferentes, porém a maioria dos estudos possui o mesmo ponto focal, ao tentar evidenciar os benefícios do uso de frutas na produção de cervejas. Os benefícios normalmente são relacionados com o aumento do valor nutricional e funcional da bebida, melhor aspecto sensorial e a diversificação e criação de novos produtos a partir da exploração dos frutos para suprir novas demandas, além de agregar valores sociais e econômicos ao produto.

Pinto (27) em sua análise sensorial de cervejas com adição das frutas acerola e abacaxi, apresentou resultados satisfatórios em todos os quesitos verificados, como também afirmou que o uso de frutas como adjuntos no processamento de cervejas mostra-se uma alternativa viável devido às melhorias sensoriais que elas atribuem à bebida. Já em outro estudo com adição de apenas acerola como adjunto na bebida, foram obtidos resultados parecidos ao já citado acima, onde foi afirmado que a fruta como agente de sabor e aroma é de grande atrativo e possui alto potencial de exploração para as microcervejarias, além de apresentar ótimos resultados até com um público que não costuma consumir cervejas artesanais (28).

Sobre o assunto, Santos *et al.* (29) corroboram com o tema ao declararem que a graviola se apresentou como alternativa para a criação de novas cervejas no estilo *fruit*

beer, além de ser uma boa opção para as microcervejarias que sempre estão em busca de inovação em seus produtos. Rinaldi (30) obteve uma conclusão semelhante ao produzir uma cerveja com adição da fruta fisális, pois além da fruta proporcionar uma melhora considerável na qualidade nutricional e nas características funcionais da bebida, o autor ainda afirma que o fruto traz possibilidade de inovação ao setor cervejeiro que se encontra em plena expansão.

Consoante ao tema, após elaborar uma análise sensorial da cerveja acrescida de polpa de mangaba, De Souza (31) apontou que a bebida se mostrou viável e com uma boa aceitação. O público demonstrou interesse em comprar o produto devido ao seu valor agregado, sendo assim, o produto possuiu potencial para ser produzido comercialmente e apresentou uma alternativa para o aproveitamento dessa fruta. Em conformidade com o citado acima, a jabuticaba apresentou-se como uma fruta com alto potencial para a indústria cervejeira artesanal e para a produção de *fruit beers*, de acordo com o estudo de Imaizumi et al. (32). A cerveja produzida com o fruto foi sensorialmente bem aceita no estudo. Além disso, a fruta é facilmente encontrada e está disponível em diversas localidades do Brasil.

Leal (33) ao analisar os resultados de seu trabalho, onde foi produzida uma cerveja com adjunto de tangerina e pimenta, afirma que o fruto é factível para fabricação de cervejas artesanais, como também alcançou ótimos resultados em sua análise. Ao elaborarem uma cerveja com graviola, Maia e Belo (17) apontaram que o líquido possuía alta qualidade, além de ficar dentro de todos os parâmetros exigidos pelos órgãos reguladores, como também reproduziram uma análise com outras cervejas compostas por frutas, sendo que todas obtiveram uma boa aceitação pelos avaliadores. Outra cerveja que obteve resultados parecidos ao ser analisada sensorialmente foi a *fruit beer* com adição do fruto do espinheiro marítimo (*Hippophae rhamnoides*) (34), onde os entrevistados geralmente tiveram preferência pela bebida com adição do fruto, devido ao sabor que ele agregava ao líquido.

De acordo com Sales e de Souza (35), em seu estudo onde utilizaram-se o fruto araçá-boi, o fruto demonstrou ser uma excelente alternativa na produção de cervejas por agregar características sensoriais de aroma e sabor. Segundo Pimentel et al. (36), o fruto camu-camu apresentou alta concentração de ácido ascórbico e produziu uma cerveja com valores promissores de vitamina C, portanto, a cerveja mostrou potencial para suprir esta necessidade e conceder benefícios à saúde. Nesse mesmo sentido, Músculo et al. (37) afirmaram que ao incorporar bergamota na produção da cerveja, a fruta mostrou-se atraente, por aumentar a quantidade de fenóis e compostos bioativos da bebida, podendo assim, contribuir para a manutenção de um melhor estado de conservação da saúde, ao mesmo tempo em que aumentou a aceitabilidade sensorial da bebida.

Conforme Dos Santos et al. (38) ao analisarem a cerveja de maracujá, comprovaram que a adição do fruto resultou em uma bebida com altos valores de atividade antioxidante e de teor de polifenóis, além de possuir características sensoriais adequadas que levaram a uma boa aceitação sensorial. Os autores concluíram que a adição de maracujá na bebida melhorou as suas características de qualidade. Equivalente ao citado acima, um estudo que verificou a utilização de manga na produção de cerveja obteve os mesmos resultados ao manifestar que a cerveja com adição do fruto resultou em um maior teor de polifenóis e atividade antioxidante, permitindo assim, obter um maior teor de compostos voláteis e um menor valor de pH, o que resultou na melhora da sua estabilidade microbiana, além de proporcionar aroma e sabor a bebida (39).

Lemoine *et al.* (40) ao elaborarem uma cerveja com bérberis (*Berberis microphylla g. forst.*) relataram que o fruto pode agregar valor à bebida, pois ela obteve bons resultados com concentração de antocianinas, capacidade antioxidante e alta estabilidade, além de obter uma cerveja mais ácida e coloração vermelho-rubi. Martínez *et al.* (41) corrobora ao tema ao atestarem que, ao adicionar caqui à cerveja, a fruta proporcionou acidez, através dos resultados nos teores de ácidos málico e cítrico. Além disso, os açúcares fermentáveis e carotenoides do fruto influenciaram na tonalidade laranja clara que o líquido obteve, resultando em uma cerveja com aroma frutado, bem aceita pelos provadores.

CONCLUSÕES

O Brasil sempre obteve reconhecimento nacional, bem como internacional por sua rica biodiversidade e pelas inúmeras frutas nativas que o mesmo possui. Como é de conhecimento geral, tais frutas são riquíssimas nutricionalmente, como também são perfeitamente adaptadas às suas regiões de origem. Porém, como mostrado durante a pesquisa, por mais que elas possuam um promissor mercado de exploração, as mesmas nunca obtiveram destaque e sempre faltaram iniciativas para o seu manejo e produção por parte dos órgãos governamentais e privados, que sempre estão dando destaque a frutos vindos de outras regiões com elevada produção, portanto, causando aos poucos o desaparecimento das prateleiras e as deixando cada vez mais escassas e de difícil acesso, sendo que, na maioria das vezes são encontradas apenas em seus próprios biomas e com pequenos produtores ou em vendas informais.

Assim, conclui-se que um modo de trazer tais frutas à tona é incentivando o seu manejo e produção, a partir de programas governamentais e de incentivo privado, como também empregá-las para o desenvolvimento de novos produtos. O mercado cervejeiro artesanal seria um ótimo aliado nesse quesito, pois como é mostrado no texto acima, esse mercado está há anos em plena expansão, ao mesmo tempo que sempre está ávido por novidades. Portanto, ao unir esses dois setores, no enfoque da criação de cervejas no estilo *fruit beer* pode-se criar um produto com uma identidade “mais brasileira” ao mesmo tempo em que se demonstra a riqueza das regiões.

A análise bibliométrica apontou que todos os estudos apresentaram resultados positivos com a adição de frutas, portanto, a adição de frutas nativas tende a suprir a demanda de um setor crescente que é o mercado cervejeiro artesanal, como também agrega valor à bebida, aumenta o valor nutricional e funcional, além de uma melhor estabilidade, somada à melhoria e diversificação dos aspectos sensoriais da bebida, ainda agrega valores sociais, culturais e econômicos ao produto.

Levando em conta todos esses aspectos, conclui-se que as frutas nativas, como por exemplo a guabiroba, ariticum, araçá, butiá, ameixa amarela, pitanga, a cereja do Rio Grande, entre outras, podem proporcionar *fruit beers* com resultados semelhantes aos trabalhos citados, agregando melhorias sensoriais, valores nutricionais e funcionais, tornando-se importante estudá-las e pesquisá-las para a produção de mais cervejas com a sua adição, a fim de fomentar o uso de tais frutos no mercado cervejeiro.

REFERÊNCIAS

1. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento/Gabinete Da Ministra. Instrução Normativa N° 65, De 10 De Dezembro De 2019. Instrução Normativa N° 65, de 10 de Dezembro de 2019. 239. ed. Diário Oficial Da União, 11 dez. 2019. Seção 1, p. 31. [acesso em 20 mar. 2022]. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>>.
2. Morado R. Larousse da cerveja: a história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo. São Paulo: Alaúde Editorial; 2017.
3. Muxel AA. Uma breve história sobre a cerveja: das origens as primeiras regulamentações. Blumenau: Ufsc Blumenau; 2017.
4. Slomp ET, Antunes JG, dos Santos LMR. A arte e a ciência envolvida na produção da cerveja caseira. Rio de Janeiro: Wienbier; 2021.
5. Santos JI, Dinham R. O essencial em cervejas e destilados. São Paulo: Editora Senac São Paulo; 2006.
6. Coutinho CAT. A história da cerveja no Brasil [Internet]. 2014 [acesso em 20 mar. 2022]. Disponível em: <<http://cronologiacervejeira.blogspot.com/>>.
7. Silva HA, Leite MA, de Paula ARV. Cerveja e sociedade. contextos da alimentação. Centro Universitário Senac. 2016; 4: 85-91.
8. Ramos GCB, Pandolfi MAC. A evolução do mercado de cervejas artesanais no Brasil. Revista Interface Tecnológica. 2019; 16: 480-488.
9. Associação Brasileira Da Indústria Da Cerveja-CERVBRASIL. Anuário 2014. São Paulo; 2014.
10. Associação Brasileira Da Indústria Da Cerveja-CERVBRASIL. Anuário 2015. São Paulo; 2015.
11. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento-MAPA. Anuário da cerveja no Brasil. Brasília; 2018. [acesso em 20 mar. 2022]. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-no-brasil-mapa.pdf/view>>.
12. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento-MAPA. Anuário da cerveja no Brasil: mapa informa: as cervejarias continuam a crescer. Brasília; 2018. [acesso em 20 mar. 2022]. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/as-cervejas-continuam-a-crescer-pdf.pdf>>.
13. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento-MAPA. Anuário da cerveja no Brasil. Brasília; 2020. [acesso em 20 mar. 2022]. Disponível em:

- <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2019/view>>.
14. Ministério Da Agricultura Pecuária E Abastecimento-MAPA. Anuário da cerveja no Brasil. Brasília; 2021. [acesso em 20 mar. 2022]. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja2.pdf>>.
 15. Enche o Copo. Números do mercado de cervejas no Brasil [Internet]. 2021 [acesso em 09 abr. 2022]. Disponível em: <<https://encheocopo.com/blog/11/numeros-do-mercado-de-cervejas-no-brasil>>.
 16. Alvarenga D. Consumo de cerveja 'migra' para dentro de casa e volume de vendas no brasil é o maior desde 2014 [Internet]. 2021 [acesso em 09 abr. 2022]. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/05/23/consumo-de-cerveja-migra-para-dentro-de-casa-e-volume-de-vendas-no-brasil-e-o-maior-desde-2014.ghtml>>.
 17. Maia TS, Belo RFC. Análises físico-químicas de cerveja artesanal elaborada com graviola e análise sensorial de cervejas com adição de frutas e frutadas comercializadas. Faculdade Ciência da Vida. 2017; 5: 1-24.
 18. Barbieri RL. O potencial da diversificação no cultivo das frutas nativas. Agapomi. 2011; 209: 1-2.
 19. Slow Food Brasil. Manifesto pelas frutas brasileiras [Internet]. 2014 [acesso em 29 mar. 2022]. Disponível em: <<https://slowfoodbrasil.org/2014/07/manifesto-pelas-frutas-brasileiras/>>.
 20. Castro GA. Características e potencialidades de uso de frutas nativas do rio grande do sul [TCC]. Caxias do Sul: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul Unidade Universitária em Caxias do Sul; 2021.
 21. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Frutas nativas do rio grande do sul: alternativa de renda na agricultura familiar. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2018. [acesso em 05 abr. 2022]. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1101080>>.
 22. Birochi R, Rover OJ, Schultz G. Alimentos bons, limpos e justos da agricultura familiar brasileira. Florianópolis: Letras Contemporâneas; 2019.
 23. Ramos MO, da Cruz FT, de Souza GC, Kubo RR. Cadeias de produtos da sociobiodiversidade no sul do Brasil: valorização de frutas nativas da mata atlântica no contexto do trabalho com agroecologia. Amazônica: Revista de Antropologia. 2018; 9: 98-131.

24. Polesi RG, Rolim R, Zanetti C, Sant'anna V, Biondo E. Agrobiodiversidade e segurança alimentar no vale do taquari, rs: plantas alimentícias não convencionais e frutas nativas. *Revista Científica Rural*. 2017; 19: 118-135.
25. Raseira MdoCB, Antunes LEC, Trevisan R, Gonçalves ED. Espécies frutíferas nativas do sul do Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2004. [acesso em 05 abr. 2022]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/744946/especies-frutiferas-nativas-do-sul-do-brasil>>.
26. Junior JFdAS, Souza FVD, Pádua JG. A arca de noé das frutas nativas brasileiras. 21. ed. Brasília: Embrapa; 2021. [acesso em 29 mar. 2022]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1136847/a-arca-de-noe-das-frutas-nativas-brasileiras?link-banner-inicial>>.
27. Pinto LÍF. Acerola (*Malpighia Emarginata* DC) e abacaxi (*Ananas Comosus* L. Merrill) como adjuntos no processamento de cerveja: caracterização e aceitabilidade [Dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Agrárias; 2015.
28. Fernandes LM. Viabilidade de produção e caracterização de cerveja artesanal com acerola (*Malpighia Emarginata* DC) [Monografia]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2017.
29. Santos MAdAS, Ribeiro PVL, Andrade CP, Machado ARG, de Souza PG, Kirsch LdeS. Physicochemical and sensory analysis of craft beer made with soursop (*Annona Muricata* L.). *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2020; 1: 103-112.
30. Rinaldi BJD. Incorporação de physalis (*Physalis Peruviana* L.) na produção de cerveja frutada [Dissertação]. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2021.
31. De Souza AF. Produção e análise sensorial de cerveja artesanal utilizando extratos dos frutos de mangaba (*Hancornia Speciosa* Gomes) [TCC]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2017.
32. Imaizumi VM, Figueira R, Sartori MMP, Venturini Filho WG. Jabuticaba fruit beer: physicochemical and sensory evaluation. *Revista Tecnológica Universidade Estadual de Maringá*. 2022; 30: 1-8.
33. Leal MX. Cerveja artesanal enriquecida com tangerina (*Citrus Reticulata*) e pimentas [TCC]. Teresina: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí; 2017.
34. Adadi P, Kovaleva EG, Glukhareva TV, Shatunova SA, Petrov AS. Production and analysis of non-traditional beer supplemented with sea buckthorn. *Estonian University Of Life Sciences*. 2017; 15: 1831-1845.

35. Sales LdaS, de Souza PG. Produção de cerveja do estilo catharina sour com araçá-boi (*Eugenia Stipitata* Mcvaugh). *Brazilian Journal Of Development*. 2021; 7: 1599-1613.
36. Pimentel CÉM, Santiago IL, Oliveira SKMS, Serudo RL. Produção de cerveja artesanal com adição de ácido ascórbico a partir de fruto amazônico. *Brazilian Journal Of Development*. 2019; 5: 18553-18560.
37. Muscolo A, Marra F, Salafia F, Andronaco P, Di Sanzo R, Carabetta S, Russo M. Bergamot and olive extracts as beer ingredients: their influence on nutraceutical and sensory properties. *European Food Research And Technology*, [S.L.]. 2022; 248: 1-11.
38. Dos Santos DRN, Bilac CA, Barbosa TM, Orsi DC. Physicochemical characterization of craft beers produced with passion fruit (*Passiflora Edulis* Sims). *Journal Of Experimental Agriculture International*. 2022; 123: 16-23.
39. Gasiński A, Kawa-rygielska J, Szumny A, Czubaszek A, Gąsior J, Pietrzak W. Volatile compounds content, physicochemical parameters, and antioxidant activity of beers with addition of mango fruit (*Mangifera Indica*). *Molecules*. 2020; 13: 1-14.
40. Lemoine ML, Fontana U, Hurtado JB, Pintos FM, Arena ME, Vicente AR, Rodoni LM. Wild barberry fruit (*Berberis Microphylla* G. Forst.) as a natural ingredient for beer brewing. *Chilean Journal Of Agricultural & Animal Sciences*. 2021; 37: 313-324.
41. Martínez A, Vegara S, Martí N, Valero M, Saura D. Physicochemical characterization of specialpersimmon fruit beers using bohemian pilsnermalt as a base. *Institute Of Brewing & Distilling*. 2017; 123: 319-327.

Capítulo 30

ESTUDO COMPARATIVO NUTRICIONAL DE DOCES ELABORADOS A PARTIR DO ALBÚMEN “IN NATURA” DE COCO VERDE DE PRAIA (*Cocos nucifera L.*) FRENTE AOS DOCES CONSAGRADOS NO MERCADO BRASILEIRO

Carlos Adriano Azevedo Martins ; **Djavanía Azevêdo da Luz** *

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: djavanía.luz@ufma.br*

Resumo: A constante necessidade em ofertar alimentos ricos em nutrientes à população e de baixo custo tem contribuído de forma significativa em pesquisas na busca por alternativas e/ou tecnologias que permitam aproveitar ao máximo a porção comestível das diversas matérias-primas de origem vegetal. Logo a agregação de valor ao albúmen (polpa esbranquiçada) do coco verde comercializados em praias surge como uma fonte alternativa de aproveitamento, proporcionando possíveis propostas de produtos alimentícios. O objetivo deste trabalho foi elaborar doces em barra, através da extração dos albumens de coco verde, verificando-se sua qualidade nutricional frente aos doces já consagrados ao mercado brasileiro. Os cocos foram adquiridos em quiosques de praias da cidade de São Luís – MA (denominadas A e B) e a partir destes foi elaborada uma formulação de doce em barra, que foi submetido às análises nutricionais de proteínas, lipídeos, carboidratos, valor calórico, obtendo-se os seguintes resultados: proteínas (2,10% Praia A e 3,25% Praia B); lipídios (6,70% Praia A e 5,37% Praia B), carboidratos (4,75 % Praia A e 7,50% Praia B), valor calórico (87,84% Praia A e 91,42% Praia B). Desta maneira, concluiu-se que os doces formulados a partir do albúmen “in natura” de coco verde apresentaram uma qualidade nutricional satisfatória, não deixando a desejar quando comparado aos doces já consagrados no mercado brasileiro, mostrando-se como um produto promissor, agregando mais valor ao fruto, que após ter sua água extraída, suas carcaças e albumens seriam totalmente destinadas a aterros sanitários, contribuindo assim, para a diminuição dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Polpa de coco verde; agregação de valor; doces

INTRODUÇÃO

Apresentando-se como um dos principais produtos de consumo nas faixas litorâneas brasileiras, o coco da baía (*Coccus nucifera L.*) passa por um processo de franca expansão de produção e consumo. Este se destaca comercialmente nas regiões litorâneas, como é o caso de São Luís – MA, onde a venda de sua água é intensa, gerando uma grande quantidade de resíduos após o consumo.

Assim sendo, nota-se um crescente aumento na sua produção, tornando-o fato de preocupação no que se refere à produção de resíduos sólidos. Após se comercializar o coco verde para obtenção de sua água, parte dos consumidores o descarta em local inapropriado, próximos as bancas de venda, com maior frequência nas praias, causando uma poluição visual. O que contribui para um mal-estar das pessoas que frequentam, prejudicando também a imagem do local visitado por turistas e moradores de uma maneira geral. Outra questão é a contaminação do solo e corpos d'água. Isso pode ocorrer quando há disposição dos resíduos em vazadouros (1)

Segundo Cardoso e Gonzalez (2), no Brasil com o crescente mercado do coco verde, a casca e a polpa do coco verde (albúmen), que são subprodutos do uso e da industrialização da água de coco, ainda é em grande parte depositada em lixões e aterros sanitários. Estes resíduos geram custos e impactos para a sociedade, agravados nas cidades.

Os resíduos, proveniente do consumo coco “in natura”, cujas cascas são ricas em fibras formam amontoados em locais inadequados tais como parques e calçadas onde esses produtos são comercializados, ou até mesmo quando depositado em terrenos baldios, ruas onde normalmente é considerado lixo urbano. Estes degradam a paisagem, produzem mau cheiro, e colocam em risco o meio ambiente e a saúde pública. É importante entender que o aproveitamento dos resíduos do coco, irá contribuir para a preservação do meio ambiente, uma vez que sua decomposição na natureza leva cerca de 8 anos (3).

Uma boa aplicabilidade dos resíduos gerados com a produção do coco verde “in natura” para as indústrias alimentícias, seria o aproveitamento, por exemplo, da polpa (albúmen sólido), para elaboração de novos produtos, com tecnologia simples e de baixo custo, como é o caso de doces, algo inovador para o estado do Maranhão, haja vista que não se tem qualquer registro dessa iguaria no mercado local, oriundos do coco verde, e sim do coco seco.

Um estudo físico-químico e nutricional com a polpa “in natura” do coco verde comercializado em praias de São Luís – MA, realizado por Barros (4), mostrou resultados bastante animadores, pois, foram encontrados para as amostras das praias A, B e C respectivamente, teores de: umidade (87,84%; 84,99% e 75,95%), cinzas (0,88%; 0,66% e 0,77%), lipídios (1,33%; 0,96% e 1,19%), proteínas (2,88%; 2,82% e 3,84%), carboidratos (7,57%; 10,57% e 18,25%) e valor calórico (53,77; 62,20 e 99,07 em kcal/100g). Quanto ao teor de vitamina C (23,76; 25,81 e 23,76 em mg/100g), magnésio (34,76; 33,77 e 32,96 em mg/100g), sódio (246,32; 260,59 e 262,83 em mg/100g), potássio (261,04; 277,11 e 277,11 em mg/100g), fósforo (50,93; 51,66 e 71,89 em mg/100g) e ferro (1,05; 1,44 e 2,22 em mg/100g). Já para os valores de pH foram observados os seguintes valores (6,79; 6,91 e 6,93). Com este trabalho inicial, ficou constatado que o albúmen “in natura” do coco verde, oriundo de cocos comercializados em praias de São Luís - MA, apresentavam uma boa qualidade nutricional e baixa valor

calórico, podendo vir a contribuir de maneira significativa para dietas de controle de peso, representando uma boa fonte alimentar humana e ainda, detém grande potencial tecnológico para seu uso: produção de doces.

Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de doces em barra elaborados com a partir do albúmen de coco verde “in natura”, sem uso de conservantes, diferentes do convencional, utilizando metodologias simples e de baixo custo, agregando assim, valor a esta matéria-prima que é bastante desperdiçada e gerando para o estado novos produtos alimentícios, avaliando seu potencial nutricional frente a alguns doces já consagrados no comércio brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos cocos

Os frutos foram coletados em quiosques localizados em duas praias denominadas A e B na orla marítima da cidade de São Luís - MA. Estes foram armazenados em caixas de isopor com gelo, e levados posteriormente para o laboratório de físico-química do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água (PCQA – UFMA). Todas as análises foram realizadas em triplica.

Extração da polpa

Os albumens (polpas) foram extraídas após os frutos serem lavados com bastante água corrente e sanitizados com solução de hipoclorito a 100 ppb durante 15 min, sendo lavados posteriormente com bastante água destilada, a fim de eliminar resquícios da solução sanitizante e a seguir com auxílio de um facão higienizado, os cocos foram descascados para que sua água fosse drenada e seu fruto fosse partido, para que as polpas fosse coletadas manualmente com o auxílio de uma colher inox devidamente higienizada. As mesmas foram levemente trituradas em liquidificador doméstico e armazenadas em potes plásticos fechados hermeticamente sob-refrigeração, em geladeira a uma temperatura de -18°C.

Formulações do doce

Os doces em barra formulados a partir dos albumens (polpas) dos cocos verde “in natura” foram elaborados conforme descrição a seguir:

Doce em barra: Pesou-se 150g de polpa de coco verde da praia A levemente triturada, 250 g de leite condensado, 30 g de aveia em flocos finos e 100 g de margarina sem sal. A seguir, adicionou-se em uma panela antiaderente todos os ingredientes mencionados e os mesmos foram aquecidos em fogo baixo até se obter um leve “ponto de brigadeiro” e por fim adicionou-se 30 g de aveia e misturou-se bem. O doce pronto foi transferido para um refratário inox, onde se aguardou esfriar, para que o mesmo pudesse ser fatiado, embalado em papel filme e identificado (nome e data de fabricação) individualmente e mantidos a temperatura ambiente em potes fechados hermeticamente. O mesmo procedimento foi repetido com as polpas da praia B.

Caracterização nutricional dos doces elaborados

Foram determinados os seguintes parâmetros, a fim de estabelecer o valor nutricional do doce elaborado: umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, valor calórico da melhor formulação dos doces elaborados. As análises realizadas seguiram as metodologias propostas pelos métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (5), em triplicatas, descritos a seguir:

Umidade

Inicialmente pesou-se 10g de amostra em cápsulas de porcelana (previamente aquecidas em estufa a 105°C, por uma hora, resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e tarada). Aqueceu-se em estufa a 105°C por três horas. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente, pesou-se, obtendo-se então, a massa da amostra ausente de umidade. Por fim, utilizou-se a equação 1 para calcular o teor de umidade:

$$\text{Umidade a } 105^{\circ}\text{C por cento (m/m)} = 100 \times N / P \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

N: (cápsula + amostra úmida) – (cápsula + amostra seca) = perda de peso (g)

P: massa da amostra (g)

Cinzas

Na determinação de cinzas, pesou-se 5 g de cada amostra em cadinhos de porcelana previamente aquecidos em forno mufla a 550°C por uma hora, resfriados em dessecador até a temperatura ambiente e logo em seguida secaram-se em chapa elétrica e carbonizou-se em temperatura baixa. Após isso se incinerou a 550°C em forno mufla até a eliminação completa do carvão (quatro horas), resfriou-se a temperatura ambiente em dessecador e pesou-se. Por fim, por meio da Equação 2, calculou-se o percentual de cinzas na amostra:

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

Onde:

N: (cadinho + amostra após a calcinação) – (cadinho sem amostra) = massa (g) de cinzas

P: massa da amostra (g)

OBS: As análises de umidade e cinzas foram necessárias neste estudo para que se pudesse obter os dados numéricos da análise de carboidratos.

Proteínas

Para a determinação de proteína, primeiramente pesou-se aproximadamente 0,1 grama da amostra. Em seguida transferiu-se para um tubo de Kjeldahl, adicionando 2 mL de ácido sulfúrico concentrado, logo após adicionou-se 1 g de uma mistura catalítica (K₂SO₄ e Se, numa proporção 2:1). Aqueceu-se a 350° C por 2 horas até a solução tornar-se clara e em seguida esfriou-se a temperatura ambiente. Adicionou-se com cuidado 2 mL de água destilada, acrescentando algumas gotas do indicador fenolftaleína 1%. Conectou-se o tubo ao conjunto de destilação, mergulhando-se a extremidade mais fina ao condensador em 20 mL de ácido clorídrico (0,02 mol. L⁻¹), que estavam contidos em

um Erlenmeyer de 250 mL, contendo 5 gotas de vermelho de metila 1% e 1 gota azul de metileno 1% (indicador misto de Patterson). Adicionou-se ao tubo, por meio de funil com torneira, (15 mL) de solução de hidróxido de sódio (40%). Aqueceu-se até a ebulição e destilou-se por 4 minutos. Por fim titulou-se o ácido clorídrico ($0,02 \text{ mol.L}^{-1}$) com solução de hidróxido de sódio a ($0,02 \text{ mol.L}^{-1}$). Conforme a equação 3 abaixo:

$$\%N = V \times 0,028 / m \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

$V = (V_{\text{HCl}}(0,02 \text{ molar}) \times f_{\text{HCl}}) - (V_{\text{NaOH}}(0,02 \text{ molar}) \times f_{\text{NaOH}})$ = diferença entre o volume de ácido clorídrico ($0,02 \text{ mol.L}^{-1}$), adicionado (multiplicado pelo o fator de padronização do ácido clorídrico) e o volume de hidróxido de sódio ($0,02 \text{ mol.L}^{-1}$) gastos na titulação da amostra em mL (multiplicado pelo fator de padronização da solução de hidróxido de sódio)

0,028 = mili equivalente grama do nitrogênio multiplicado pela concentração

m= massa da amostra em gramas

A percentagem de proteína foi expressa pela Equação 4:

$$\% P = \% N \times 5,75 \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

5,75 = fator de conversão para proteína vegetal

Lipídeos

Na determinação de lipídios, pesou-se aproximadamente 5 gramas da amostra, transferiu-se para um cartucho de celulose e transportada para o extrator de Soxhlet. Cobriu-se a amostra do cartucho com algodão desengordurado. Extraíu-se em aparelho de Soxhlet (cujo balão foi previamente aquecido por uma hora em estufa a 105° C), resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e tarado, com hexano por seis horas. Evaporou-se o solvente e colocou-se o balão com resíduo na estufa a 105° C por mais uma hora. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se. O teor de lipídios foi determinado pela Equação 5.

$$\% \text{ Lipídeos} = 100 \times N / M \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

$N = (\text{balão com gordura}) - (\text{balão sem gordura})$ = massa de lipídios em gramas;

$M =$ massa da amostra em grama.

Carboidratos

A determinação de teor de carboidratos é feita pela diferença do valor 100 (cem) subtraído do somatório dos valores já obtidos de umidade, cinzas, lipídios e proteínas. Conforme Equação 6.

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios}) \quad (\text{Equação 6})$$

Valor Calórico

A determinação do valor calórico foi realizada através dos resultados obtidos pelos teores de proteínas (P), lipídios (L) e carboidratos (C).
Conforme Equação 7.

$$\text{Valor calórico (kcal/100g)} = (P \times 4) + (L \times 9) + (C \times 4) \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

P = valor da proteína (%);

L = valor de lipídios (%);

C = valor de carboidratos (%);

4 = fator de conversão em Kcal para proteínas e carboidratos metabolizadas pelo organismo;

9 = fator de conversão em Kcal para lipídios metabolizados pelo organismo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Formulação dos doces

Segundo a Resolução RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005 (6), que aprovou o “Regulamento técnico para produtos de origem vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis” que definiu em seu anexo 2.2 que:

“Produtos de frutas: são os produtos elaborados a partir de fruta(s) inteira(s) ou em parte(s) e ou semente(s), obtidos por secagem e ou desidratação e ou laminação e ou cocção e ou fermentação e ou concentração e ou congelamento e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podem ser apresentados com ou sem líquido de cobertura e adicionados de açúcar, sal, tempero, especiaria e ou outro ingrediente desde que não descaracterize o produto. Podem ser recobertos” (grifos nosso)

Desta maneira, os doces em barra elaborados a partir dos albúmens de coco verde in natura, atenderam a estas especificações.

Caracterização nutricional dos doces

Após a obtenção dos dados das análises nutricionais para a melhor formulação dos doces em barra (praia A e B) fez-se um estudo comparativo da composição destes doces elaborados dos albumens de coco verde in natura de praias da cidade de São Luís - MA com doces que tradicionalmente são fabricados industrialmente e comercializados em docerias, mercados, supermercados, feiras, etc.

Segundo Taco (7) é necessário ter consciência da composição dos alimentos consumidos no Brasil para que se tenha a qualidade e segurança alimentícia. A tabela de composição de alimentos é fundamental para o controle da qualidade, educação

nutricional e a avaliação da ingestão de nutrientes de uma ou mais pessoas. A Tabela 1 apresenta a análise da composição centesimal dos doces em barra elaborados com os doces em barra industriais. Ressalta-se que os resultados para as análises de umidade e cinzas, não foram inseridos na referida tabela, devido servirem apenas de suporte para os cálculos das análises de carboidratos, conforme demonstrado na equação 6.

Tabela 1: Comparação dos resultados nutricionais obtidos por esta pesquisa com outros doces que são comercializados nacionalmente

Amostras – Doces X	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
Dados da Literatura			
Doce em barra (Praia A)	2,10 ± 0,01	6,70 ± 0,01	4,75 ± 0,01
Doce em barra (Praia B)	3,25 ± 0,01	5,37 ± 0,01	7,50 ± 0,01
Cocada branca – comercial (7)	1,10 ± 0,01	13,60 ± 0,01	81,40 ± 0,01
Pé-de-moleque – comercial (7)	13,2 ± 0,01	28,00 ± 0,01	54,70 ± 0,01
Paçoca, amendoim – comercial (7)	16,0 ± 0,01	26,10 ± 0,01	52,40 ± 0,01
Rapadura – comercial (7)	1,00 ± 0,01	0,10 ± 0,01	90,80 ± 0,01
Maria mole, coco queimado – comercial (7)	3,90 ± 0,01	0,10 ± 0,01	75,10 ± 0,01

Fonte: Os Autores

Observou-se que os doces elaborados a partir de albumens de coco verde “in natura”, possuem o teor de proteínas maior em relação à rapadura e a cocada branca e menor ao se comparar aos demais doces, devido estes terem em suas formulações teores elevados de lipídeos e carboidratos. Quando se compara o valor de lipídeos dos doces elaborados por esta pesquisa, percebeu-se que os doces apresentaram um teor de lipídeos superior em relação à rapadura e maria mole. Desta maneira, os doces elaborados a partir da polpa de coco verde “in natura” apresentam variações próprias que são satisfatórias ao se comparar com outros produtos já consolidados no mercado, apresentam-se como uma boa fonte alimentar. Tornando possível o reaproveitamento de albumens de coco verde para a fabricação de doces, além de sua expansão de produção a nível industrial.

CONCLUSÕES

Com base nos dados analisados durante esta pesquisa, pode-se concluir que a determinação do valor nutricional dos doces elaborados a partir de albumens de coco verde “in natura” deu-se de maneira satisfatória, para todos os parâmetros analisados. A ausência de dados na legislação vigente para doces de albúmen (polpa) de coco verde in natura dificultou a comparação dos dados obtidos, sugerindo que este estudo possa ser um dos primeiros a ser realizados com este fruto. No entanto ficou constatado que os doces em barra elaborados nesta pesquisa não ficaram a desejar frente a outros tipos de doces industrializados já consagrados no mercado brasileiro. Sendo viável sua produção e comercialização.

REFERÊNCIAS

1. Furtado CFC, Gadelha M A C, Os impactos ambientais do consumo do coco verde na Praia do Futuro em Fortaleza - CE, CONVIBRA, 2012. [Acesso em 15 fev 2021]
Disponível em: http://www.convibra.com.br/upload/paper/2012/28/2012_28_5051.pdf.
2. Cardoso MS, González JC, Aproveitamento da casca do coco-verde (*Cocos nucifera L.*) para produção de polpa celulósica, *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 321-330, jan.-mar. 2016. [Acesso em: 14 abr 2021]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cflo/v26n1/0103-9954-cflo-26-01-00321.pdf>.
3. Paz ES, Pedroza MM, De Oliveira LRA, Paz RRS. Alternativa de exploração sustentável dos resíduos do coco verde para produção de energia. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.6, n.2, p.318-345, 2017 [acesso em 12 fev 2022]. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/49041/pdf>.
4. Barros LR, Avaliação físico-química da polpa de coco verde (*Cocos nucifera L.*) *in natura* comercializado em praias de São Luís – MA [monografia]– Universidade Federal do Maranhão, Curso de Química Industrial, São Luís, 2012.
5. Instituto Adolfo Lutz - Normas Analíticas; métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
6. Anvisa. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005, “Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis”. [acesso em 12 de fev 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/inspecao/produtosvegetal/legislacao1/biblioteca-de-normas-vinhosbebidas/resolucao-rdc-no-272-de-22-de-setembro-de-2005.pdf/view>
7. Taco - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2011.

Capítulo 31

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ESPUMANTE DE ABACAXI UTILIZANDO *Saccharomyce cerevisiae*

Julieny Aline da Silva Nascimento ; David Santos Rodrigues *; Ranússia Maria de Melo Lopes ; Emília Carmem da Silva ; Cristiano Alves Gomes ; Hyan Matheus Freitas das Neves Silva ; Priscila Coeli Araújo Saraiva 

*David Santos Rodrigues – Email: david.engalimentos@gmail.com

Resumo: O abacaxi (*Ananas comosus*) é uma importante cultura hortícola da família Bromeliaceae destacando-se devido a sua fácil acessibilidade a população, alto valor nutricional, sabor e aroma agradáveis. A produção de espumantes normalmente é feita com a inoculação do suco com culturas selecionadas de *Saccharomyces cerevisiae* para melhor gerenciar a fermentação alcoólica e fornecer um estilo e qualidade confiáveis, consistentes e previsíveis para o produto. Objetivou-se nesta pesquisa elaborar uma bebida tipo vinho espumante de abacaxi utilizando levedura de cerveja *S. cerevisiae*. Para isso, foi utilizada uma formulação com 75% de água, 25% de abacaxi, 10 g/L de levedura e 140 g/L de sacarose, que fermentou por 10 horas. Foram realizadas as análises de teor alcoólico, sólidos solúveis totais, acidez, sacarose e pH para a caracterização da bebida. Ao final da fermentação, a bebida apresentou teor alcoólico de 6% v/v, 1,3 °Brix, 2,5 g/L de sacarose, 8,5 mEq/kg de acidez e pH de 3,5. Foi possível a elaboração de uma bebida tipo espumante de abacaxi utilizando *S. cerevisiae*, contudo o teor alcoólico ficou abaixo do recomendado pela legislação brasileira que é de 10% v/v para espumante.

Palavras chave: Fermentação de Frutas; Bebida Alcoólica; *Ananas comosus*

INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus*) é uma importante cultura hortícola da família Bromeliaceae, destacando-se devido a sua fácil acessibilidade a população, alto valor nutricional, sabor e aroma agradáveis (1).

O abacaxi é uma fruta tropical bastante cultivada na América do Sul, podendo ser consumida in natura ou processada em diversos produtos alimentícios. Está em terceiro lugar na produção de frutas tropicais depois de banana e frutas cítricas. O mercado de abacaxi vem crescendo amplamente devido aos compostos aromáticos atraentes e valores nutricionais, assim como à enorme demanda e preços competitivos no varejo. Os cinco maiores produtores de abacaxi em todo o mundo em 2017 foram relatados como Costa Rica (3.056,45 toneladas), Filipinas (2.671,71 toneladas), Brasil (2.253,90 toneladas), Tailândia (2.153,18 toneladas) e Índia (1.891,00 toneladas) (2).

As fermentações com outras frutas além da uva, como cítricos, frutas como abacaxi, manga, banana e frutas vermelhas, estão ganhando interesse devido à crescente necessidade dos consumidores por vinhos de frutas diversificadas que diferem em cor, sabor, aroma e seu valor nutritivo (3) e (4).

A qualidade e as características dos vinhos de frutas dependem principalmente do tipo de matéria-prima e das técnicas do enólogo. A qualidade é determinada pelo sabor e aroma, gerados principalmente durante a fermentação pelas leveduras. Os compostos formados durante a fermentação alcoólica diferem dependendo das espécies e cepas de leveduras (3).

A indústria vinícola atual normalmente inocula o suco com culturas selecionadas de *Saccharomyces cerevisiae* para melhor gerenciar a fermentação alcoólica e fornecer um estilo e qualidade confiáveis, consistentes e previsíveis para o vinho (4).

A produção do espumante pela técnica tradicional “Champenoise” abrange duas fases principais. Na primeira fase, é elaborado um “vinho base” por meio de fermentação alcoólica primária do suco de uva, depois ocorre a inoculação das culturas starter, a *S. cerevisiae* vem sendo utilizada na produção de vinhos em razão à sua alta aptidão fermentativa e adaptação a um meio fermentativo em mudança (5).

As células de levedura sofrem autólise durante o envelhecimento, daí procede a liberação de seus compostos intracelulares no vinho, colaborando assim para a qualidade sensorial dos vinhos espumantes. A capacidade da cepa de levedura em superar o estresse em vinhos espumantes tem sido proposta como método de seleção para garantir o sucesso do processo de “prêmio de mousse” (6, 7).

Com isso, objetivou-se elaborar uma bebida tipo vinho espumante de abacaxi utilizando a levedura de cerveja *S. cerevisiae*.

MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção estão descritas as metodologias utilizadas no desenvolvimento deste produto, como as caracterizações físico-químicas do fermentado de abacaxi, o estudo da produção da bebida fermentada por meio da fermentação alcoólica utilizando a levedura *S. cerevisiae*, e a avaliação cinética no decorrer do processo fermentativo e após a produção da bebida fermentada tipo espumante adicionada de abacaxi.

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba - Campus I, no Laboratório de Produtos e Fermento Destilados (LPFD) localizado no Centro de Tecnologia (CT).

MATERIAIS

A infrutescência do abacaxi foi obtida em um mercado local, em João Pessoa-PB, assim como a levedura fermento biológico da marca Fleischmann[®]. A *S. cerevisiae* foi escolhida pela sua acessibilidade no comércio local e preço acessível, além da sua capacidade de síntese de compostos aromáticos e ácidos voláteis e possuir alta tolerância ao álcool.

MÉTODOS

Obtenção das amostras

Foram obtidos 2,250 mL de água e 750 g de abacaxi para formulação do mosto fermentado, os resultados obtidos durante a cinética fermentativa foram comparados com os padrões de qualidade da legislação brasileira Lei nº 7.678, de 12 de novembro de 2004 para a bebida fermentada tipo espumante.

A polpa de abacaxi foi extraída em centrífuga (Marca Philips Walita) e armazenada em garrafas PET (polímero termoplástico) de 2 L, que foram previamente sanitizadas com uma solução de hipoclorito de sódio a 200 mg/L.

Caracterização do fermentado de abacaxi durante o processo cinético

Os parâmetros analisados foram: sólidos solúveis totais, pH, acidez total e teor alcoólico. As análises seguiram os métodos especificados pela legislação brasileira, que se encontram relatados na Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (8), também de acordo com as diretrizes e metodologias recomendadas pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (9).

Sólidos solúveis totais (°Brix)

Foram determinados por um refratômetro de bancada do tipo ABBE, pelo método refratométrico pela leitura direta, de acordo com o método nº 932.12 da AOAC (10), sendo os resultados expressos em °Brix.

pH

A determinação do pH foi realizada diretamente pelo potenciômetro de bancada devidamente calibrado usando as soluções tampões pH 7,0 e 4,0 a 20 °C, segundo a técnica estabelecida pela AOAC (10). Sendo realizadas pelo menos 3 medidas para cada amostra, o valor final foi dado pela média aritmética simples das medidas.

Acidez total (mosto)

A acidez titulável total foi determinada por titulação com NaOH (0,1 N). Onde foram adicionadas 5 mL da amostra, 50 mL de água destilada e 3 gotas de indicador fenolftaleína em um Erlenmeyer e procedeu-se a titulação até o ponto de viragem (rosa claro) (9). O cálculo foi realizado utilizando a equação 1:

$$\text{Acidez total} \left(\frac{\text{meq}}{\text{Kg}} \right) = (V * N * f) * 1000/v \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

V = Volume de NaOH gasto na titulação

N = Normalidade da solução de NaOH

f = Fator de correção da solução de NaOH

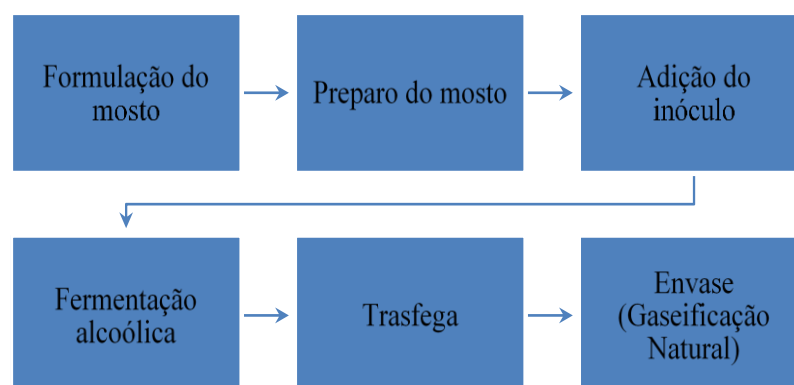
v = volume (mL) da amostra usado na titulação

Os teores de acidez dos méis foram obtidos por titulação do filtrado com NaOH 0,1 N, segundo a técnica estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (9), sendo os resultados expressos em meq/Kg.

Produção da bebida tipo espumante de abacaxi

Com graduação alcoólica compreendida entre 7 e 14% em volume, o espumante é obtido a partir da fermentação do mosto. O preparo do fermentado de abacaxi segue as etapas mostradas na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma para produção da bebida tipo espumante de abacaxi.



Fonte: Autores (2022)

Formulação do mosto

A formulação da bebida seguiu conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1 - Formulação do fermentado de abacaxi.

Formulação	
Água (%)	75%
Polpa de abacaxi (%)	25%
Levedura (g/L)	10 g/L
Sacarose (g/L)	140 g/L

Fonte: Autores (2022)

Na elaboração dessa bebida, utilizou-se temperatura ambiente durante a fermentação, tendo cada tipo de levedura uma temperatura ótima apropriada. No caso da levedura *S. cerevisiae*, as taxas mais elevadas de fermentação estão compreendidas entre 20 e 30 °C.

A fermentação é encerrada teoricamente com a estabilização do teor de sólidos solúveis do fermentado e estabilidade do teor alcoólico. Após a fermentação, cessou o desprendimento do CO₂, o que favorece a sedimentação de partículas em suspensão, resultando em um fermentado mais límpido.

O percentual de polpa de abacaxi foi escolhido a partir de testes previamente realizados utilizando porcentagens mais baixas, contudo, notou-se que o flavor residual do abacaxi ao final da fermentação era pouco intenso. Sendo assim, decidiu-se aumentar a concentração da polpa.

Então, o fermentado é envasado e em seguida é feito o *Priming*, adicionando sacarose ao fermentado para se obter um volume de gás carbônico pré-determinado. O processo se encerra após a produção de CO₂.

Preparo do mosto

O mosto foi preparado através da mistura de água e açúcar, e ainda adição de polpa de abacaxi a fim de obter o teor de sólidos solúveis totais de 14 °Brix, determinados por refratômetro de bancada. Esse valor foi escolhido para que o teor alcoólico produzido ao final da fermentação se encontrasse dentro da faixa permitida pela legislação para espumante e vinho gaseificado, que é de 7 a 14% de teor alcoólico, já que na teoria 2 °Brix seriam consumidos para produção de 1% de teor alcoólico que foi medido com ajuda de ebulliômetro.

Adição do inóculo

As leveduras utilizadas neste trabalho para o processo de fermentação foram uma cepa, proveniente de fermento biológico da marca Fleischmann®. Com uma proporção de 10 g de levedura seca/L, uma vez que o volume produzido foi 3 L. A levedura foi previamente dissolvida em certa quantidade de mosto e depois misturada ao restante do mosto, sob agitação para uma melhor diluição.

Fermentação alcoólica

O procedimento da fermentação alcoólica foi realizado em biorreator artesanal de vidro com capacidade de 3 L (Figura 2). A fermentação teve, em média, duração de 10 horas e foi acompanhada a cada 2 horas até a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix).

Figura 2 – Biorreator contendo o fermentado de abacaxi, 25%



Fonte: Autores (2022)

Durante a fermentação foram feitas análises físico-químicas (pH, temperatura, sólidos solúveis totais e acidez) a partir da 4ª hora e teor alcoólico (°GL) foi medido a cada duas horas até a 10ª hora.

O pH e temperatura do processo de fermentação da bebida foram determinados de forma direta por pHmetro de bancada devidamente calibrado, como descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (9).

Para a obtenção do teor de sólidos solúveis totais foi utilizado um refratômetro de bancada do tipo ABBE, pelo método de leitura direta, de acordo com o método nº 932.12 da AOAC (10).

Para determinação da acidez total durante a fermentação, utilizou-se 5 mL de cada fermentado e 50 mL de água destilada. Foram adicionadas 3 gotas do indicador fenolftaleína a 1% na solução que foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, até coloração rósea permanente por 30 segundos (9).

$$\text{Acidez} = (1000 \times n \times N) / v \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:2

v = volume da amostra (mL);

n = volume da solução de NaOH gasto na titulação (mL);

N = Normalidade da solução de NaOH.

Durante a fermentação o teor alcoólico foi determinado com auxílio de ebuliômetro, expresso em graus Gay-Lussac. Inicialmente foi realizada a calibração do equipamento com água, até a temperatura de ebulição, a qual serviu como referência para o etanol. Com a temperatura de ebulição da água e da amostra, determinou-se a concentração de etanol, utilizando a régua de conversão que acompanha o equipamento, que apresenta a conversão da temperatura de ebulição do fermentado para o volume de álcool (°GL) presente no mosto.

Transfega

Ao final da fermentação alcoólica, o mosto fermentado foi transferido para outro recipiente, separando-o da massa celular depositada no fundo do biorreator. O processo de transferência do material foi realizado utilizando a torneira acoplada ao biorreator.

Envase (Gaseificação Natural)

Esse processo é feito normalmente na produção de espumante, onde há uma fermentação secundária dentro de recipiente fechado, adicionando sacarose ao produto inicial. Utilizando o site Brewer's Friend ([inserir link do site](#)), foi realizado o cálculo da quantidade de sacarose utilizada na gaseificação natural.

Neste trabalho, o processo de gaseificação foi feito de forma natural em garrafa de vidro, onde foram adicionadas 5,5 g de sacarose para gerar 2 L de CO₂ por litro de bebida. O envase foi realizado em garrafas de vidro com capacidade de 300 mL devidamente sanitizadas. Após o envase, as garrafas foram armazenadas em temperatura de refrigeração durante um mês.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 apresenta a imagem da aparência final da bebida tipo espumante sabor abacaxi.

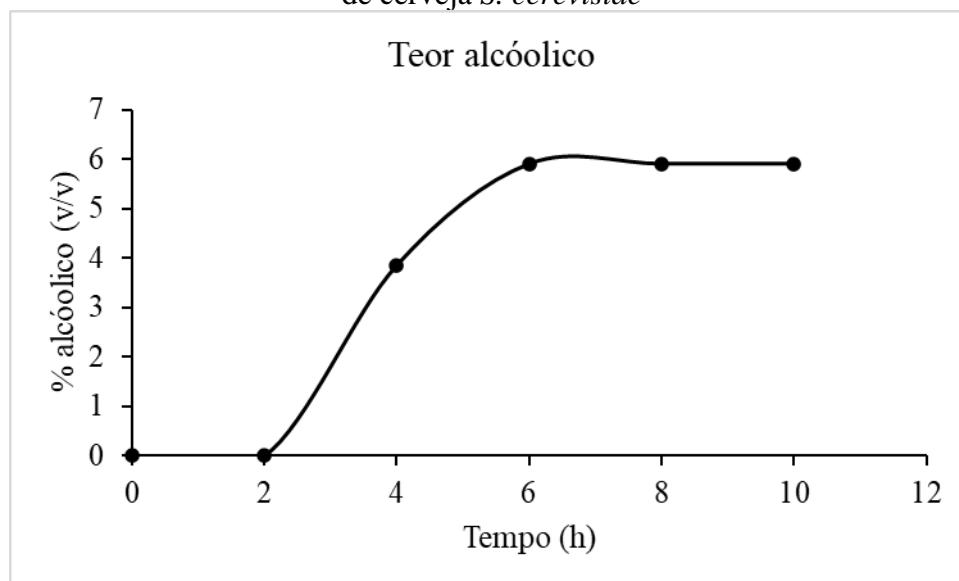
Figura 3 – Bebida tipo espumante sabor abacaxi



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 4 é apresentada o teor alcoólico da bebida tipo espumante sabor abacaxi utilizando levedura de cerveja *S. cerevisiae* nos diferentes tempos.

Figura 4 – Teor alcoólico da bebida tipo espumante sabor abacaxi utilizando levedura de cerveja *S. cerevisiae*



Ao observarmos os dados disponíveis na Figura 4 foi possível notar que durante as duas primeiras horas o teor alcoólico permanece baixo, no entanto ao longo do processo fermentativo esse teor é gradualmente elevado sendo que após as 6 horas é atingida uma estabilidade.

A legislação define vinho espumante, como sendo “vinho cujo anidrido carbônico provém exclusivamente de uma segunda fermentação alcoólica do vinho em garrafas (método Champenoise/tradicional) ou em grandes recipientes (método Chaussepied/Charmad), com uma pressão mínima de 4 (quatro) atmosferas a 20 °C (vinte

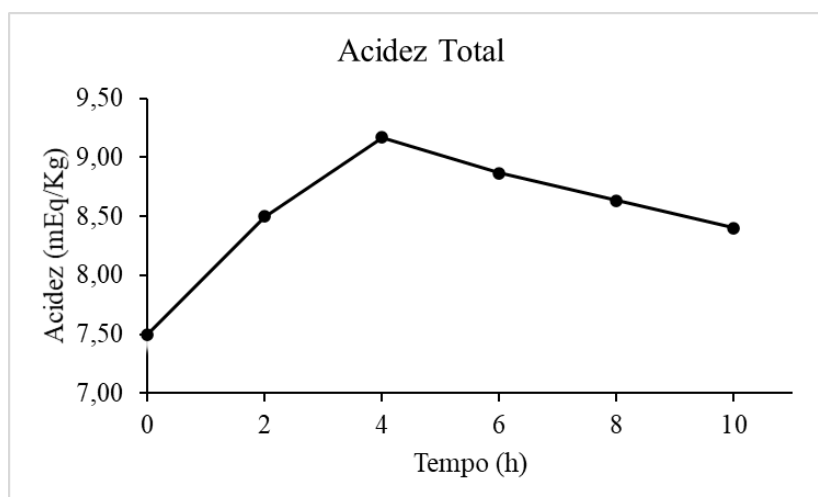
graus Célsius) e com teor alcoólico de 10% (dez por cento) a 13% (treze por cento) em volume” (11). No entanto, a bebida de elaborada terminou a fermentação apenas com 6% de v/v, logo não estando de acordo com a legislação, isto pode ser explicado pelos métodos empregados nesse estudo, como o tempo de fermentação, que foi de 10 horas.

Além disso, Velázquez *et al.* (12) estudando o efeito do emprego de levedura tradicional e assassina encontraram valores de 9,78 a 10,5% v/v, em vinhos espumantes de uvas, destoando do presente trabalho, contudo, os autores empregaram 3 meses de fermentação e 5 meses de maturação.

A quantidade de álcool resultante também está diferente de Bertagnolli *et al.* (13), que em estudo de espumante de goiaba encontraram valores entre 10 e 13% de álcool ao final da fermentação alcoólica. Isso mostra que os valores finais estão relacionados aos métodos empregados e ao tempo de fermentação.

Já em relação a acidez da bebida tipo espumante sabor abacaxi utilizando levedura de cerveja *S. cerevisiae* nos diferentes tempos, esta pode ser observada na Figura 5.

Figura -5 Acidez da bebida tipo espumante sabor abacaxi utilizando levedura de cerveja *S. cerevisiae*.

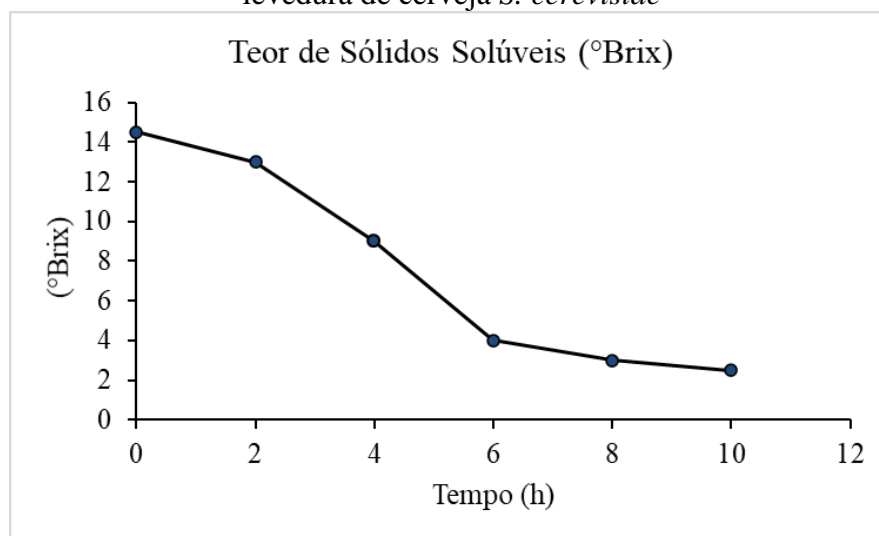


Como visto na figura 5 ocorreu um pico na quarta hora de fermentação, a matéria-prima utilizada possui uma acidez que varia entre 0,7 e 0,9 em % de ácido cítrico (14). Essa característica do abacaxi foi conferida ao produto, tendo sido encontrado uma acidez final de 8,4 mEq/Kg.

Kramer (15) em estudos com adição de abacaxi na produção de melomel ou hidromel, bebida alcoólica fermentada à base de mel, também reportou esse comportamento de aumento da acidez da bebida. Corroborando o mesmo comportamento encontrado no presente trabalho.

A faixa de valores encontrados para acidez é superior as de Velázquez *et al.* (12), em estudo na elaboração de vinhos tradicionais utilizando levedura tradicional e assassina, esta diferença pode ser explicada devido às baixas concentrações de pH encontradas no abacaxi.

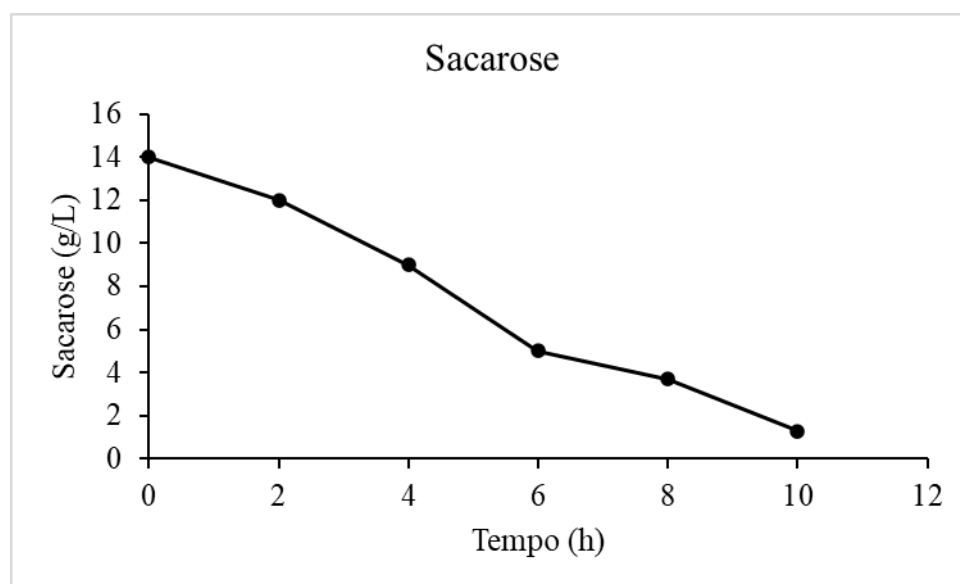
Figura 6 - Teor de sólidos solúveis da bebida tipo espumante sabor abacaxi utilizando levedura de cerveja *S. cerevisiae*



Os resultados apresentados na Figura 6 revelam um comportamento já esperado para o teor de sólidos solúveis, o declínio do °Brix se deve ao consumo de açúcares totais durante o processo fermentativo.

O processo de fermentação acontece à medida que os substratos são consumidos pelas leveduras até um ponto em que a maioria dos nutrientes são metabolizados, promovendo, assim, uma estabilidade ao processo (16). Em um trabalho similar de Carvalho (17), ao elaborar e avaliar espumantes de maçãs obtidos pelos processos de gaseificação natural Asti, Charmat e Champenoise, relatou valores médios de 8 °Brix.

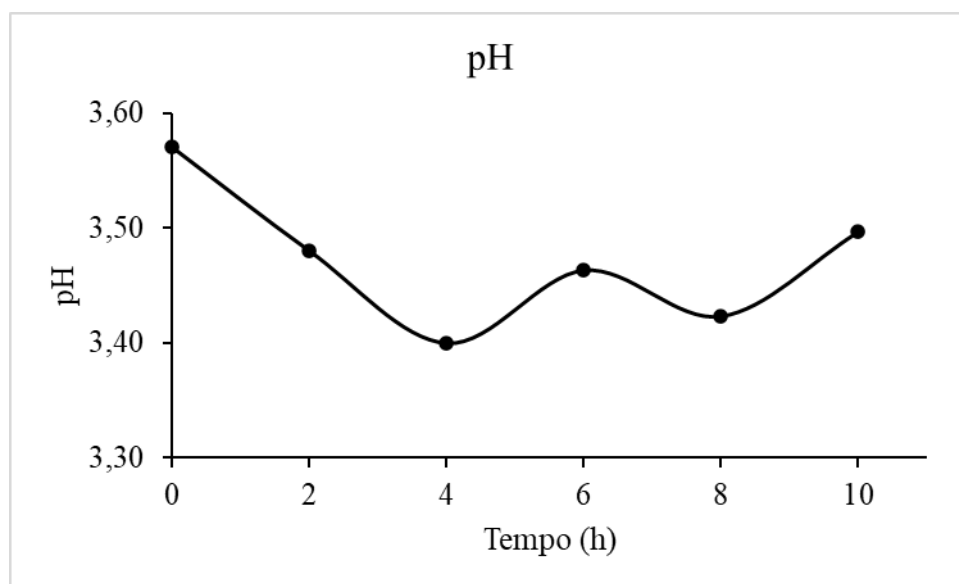
Figura 7 – Açúcar residual (g/L) da bebida tipo espumante sabor abacaxi utilizando levedura de cerveja *S. cerevisiae*



A quantidade de açúcar residual da bebida expressa em sacarose (g/L) apresentada na Figura 7 revela um comportamento similar aos resultados da concentração de sólidos solúveis (Figura 6). Ambos apresentam um declínio durante as primeiras 6 horas do processo fermentativo e, em seguida, torna-se mais acentuado, ou seja, as leveduras já degradaram boa parte do açúcar disponível como fonte de energia.

Até o momento não há legislação específica para o produto em questão, todavia, segundo a Lei nº 7.678, de 12 de novembro de 2004, que dispõe dos padrões de qualidade de vinho e dos derivados de uva e de vinho (colocar referência), a classificação dos espumantes de acordo com a concentração de açúcares (g/L) com até 6 g/L são considerados como extra bruto. Dessa forma, o espumante de abacaxi pode ser classificado dentro desta categoria (11), uma vez que apresentou, ao final do processo, teor de açúcares de 1,3 g/L. No trabalho realizado por Bertagnolli *et al.* (13), ao desenvolverem um espumante natural de goiaba também classificaram a bebida na mesma categoria, uma vez que obtiveram uma bebida com teor de açúcar de 4,2 g/L.

Figura 8 – Valores de pH da bebida tipo espumante sabor abacaxi utilizando levedura de cerveja *S. cerevisiae*



Por se tratar de um mosto preparado com base em uma fruta ácida, como o abacaxi, o valor inicial do mosto foi de X, revelando um mosto bastante ácido. O menor valor de pH foi obtido na leitura realizada na quarta hora de fermentação, correspondendo com valores de acidez total, pois nessa mesma faixa de tempo foi observado um pico desse parâmetro, demonstrando assim uma correlação entre a acidez total e o pH do mosto.

O resultado do pH final se encontra próximos aos resultados obtidos por Bertagnolli *et al.* (13) que quando testou um espumante natural de goiaba obteve pH 3,6. Ainda, segundo os autores, o pH abaixo de 4,0 faz com que o espumante se torne mais resistente a ação de bactérias acéticas. Velázquez *et al.* (12) em seu trabalho onde compararam *S. cerevisiae* com as variedades assassinas de *Torulaspora delbrueckii*

encontraram um pH de 2,98, utilizado a mesma levedura usada neste trabalho, porém com o tempo de fermentação superior, chegando a 3 meses.

CONCLUSÃO

Após a realização do experimento, foi possível a obtenção do espumante de abacaxi, com 10 horas de fermentação. Contudo, a bebida não se enquadrou na legislação vigente para teor alcoólico de vinhos espumantes. Em relação aos outros parâmetros analisados todos se encontravam em conformidade com a literatura pesquisada.

REFERÊNCIAS

1. Sarangi PK, Anand Singh T, Joykumar Singh N, Prasad Shadangi K, Srivastava RK, Singh AK, et al. Sustainable utilization of pineapple wastes for production of bioenergy, biochemicals and value-added products: A review. *Bioresource Technology*. 2022;351:127085.
2. Mohd Ali M, Hashim N, Abd Aziz S, Lasekan O. Pineapple (*Ananas comosus*): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. *Food Research International*. 2020 Nov;137:109675.
3. Chanprasartsuk O, Prakitchaiwattana C. Growth kinetics and fermentation properties of autochthonous yeasts in pineapple juice fermentation for starter culture development. *International Journal of Food Microbiology*. 2022 Apr;109636.
4. Liu C, Li M, Ren T, Wang J, Niu C, Zheng F, et al. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* and non-*Saccharomyces* strains on alcoholic fermentation behavior and aroma profile of yellow-fleshed peach wine. *LWT*. 2022 Feb;155:112993.
5. Matallana E, Aranda A. Biotechnological impact of stress response on wine yeast. *Letters in Applied Microbiology*. 2016 Nov 21;64(2):103–10.
6. Mans R, Daran J-MG, Pronk JT. Under pressure: evolutionary engineering of yeast strains for improved performance in fuels and chemicals production. *Current Opinion in Biotechnology*. 2018 Apr;50:47–56.
7. Martí-Raga M, Martín V, Gil M, Sancho M, Zamora F, Mas A, et al. Contribution of yeast and base wine supplementation to sparkling wine composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2016 Aug 18;96(15):4962–72.
8. Brasil. Ministério da Agricultura. Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

9. Lutz, IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
10. Association of Official Analytical Chemistry. Official methods of analysis. 18. ed. Washington: AOAC International; 2010.
11. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 10.970, de 12 de novembro de 2004. Altera a Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988. Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF;16 nov;2004.
12. Velázquez R, Zamora E, Álvarez ML, Ramírez M. Using *Torulaspota delbrueckii* killer yeasts in the elaboration of base wine and traditional sparkling wine. *International Journal of Food Microbiology*. 2019 Jan;289:134–44.
13. Bertagnolli, SMM, Bernardi, g, Donadel, JZ, Fogaça, ADO, Wagner R, Penna, NG. Espumante natural de goiaba: caracterização volátil e físico-química. *Ciência Rural*. 2017;47;9.
14. Silva JM da, Silva JP, Spoto MHF. Características físico-químicas de abacaxi submetido à tecnologia de radiação ionizante como método de conservação pós-colheita. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008 Mar;28(1):139–45.
15. Kraemer, MS. Desenvolvimento e caracterização de hidromel tradicional e melomel com polpa de abacaxi. Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019.
16. Carvalho, GBM, Bento, CV, Almeida, JB. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 1º Parte–As Leveduras. *Revista Analytica*. 2006;25;36-42.
17. Carvalho, CV. Espumantes de maçã obtidos pelos processos ASTI, Charmat e Champenoise. Ponta Grossa. Dissertação [Mestrado em ciências e tecnologia de alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2009.

Capítulo 32

EFEITO DO PLASMA FRIO NO PROCESSAMENTO DE SUCOS DE FRUTAS: UMA REVISÃO

Elisabeth Mariano Batista ; Háquila Andréa Martins da Silva ; Rafael Souza Cruz ; Antônio Jason Gonçalves da Costa ; Lucicleia Barros de Vasconcelos 
; Giovana Matias do Prado 

*Rafael Souza Cruz – Email: rafaelsouzacruz123@gmail.com

Resumo: O objetivo deste estudo foi compilar e analisar publicações entre os anos de 2016 e 2021 que aplicaram o plasma frio no processamento de sucos de frutas. A revisão bibliográfica de literatura foi do tipo sistemática, aplicando os termos: “cold plasma” + “juice” na base de dados Periódicos CAPES: *Science-Direct*. Os critérios de inclusão compreenderam os artigos dos últimos cinco anos, literatura em inglês e palavras-chave. Definiu-se três filtros de seleção para a análise: título e resumo, metodologia e leitura completa dos artigos. Foram 21 estudos, sendo 15 o número de artigos que atenderam os critérios de seleção para a coleta e análise dos dados. Verificou-se que as pesquisas são relevantes e variadas, e, apesar de ser uma tecnologia recentemente desenvolvida, o plasma frio é muito empregado em sucos de: laranja, romã, mirtilo, maçã e chokeberry (aronia). O uso do plasma frio em sucos de frutas é uma alternativa viável e promissora na conservação da qualidade desses produtos, pois contribuiu na preservação do conteúdo de antocianinas, compostos fenólicos, capacidade antioxidante, cor, conteúdo de vitamina C, atividade enzimática e antimicrobiana. Considera-se que a aplicação do plasma frio é uma alternativa promissora para a preservação da qualidade de sucos de frutas, melhorando as características físico-químicas, capacidade antioxidante, compostos bioativos e os atributos sensoriais como a cor. As aplicações da tecnologia do plasma frio em sucos de frutas, demonstraram a eficácia desse tratamento na inativação enzimática da peroxidase (POD) e polifenol oxidase (PPO) e destruição de micro-organismos, incluindo a bactéria *Escherichia coli*, *Bacillus* sp. e as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e *Zygosaccharomyces rouxii*.

Palavras-chave: Antioxidantes; Qualidade; Tecnologia não-térmica

INTRODUÇÃO

Os sucos de fruta tornaram-se uma tendência global crescente, principalmente em decorrência de aspectos relacionados ao sabor e à saúde. Porém, os consumidores têm preferido os sucos de fruta frescos, em vez dos processados ou concentrados, que passam por tratamentos térmicos que acabam influenciando na sua qualidade (1).

As tecnologias não térmicas são consideradas tecnologias inovadoras, que influenciam de forma mínima no processamento, preservando as propriedades funcionais dos alimentos e mantendo a qualidade e segurança (2).

O plasma é um gás ionizado que consiste em números quase iguais de íons carregados positivamente e elétrons carregados negativamente. As características dos plasmas são significativamente diferentes daquelas dos gases neutros comuns, sendo considerado um “quarto estado da matéria” distinto, e, dependendo da temperatura, podem se manifestar como plasma quente e frio (2).

O plasma frio por suas características de alta densidade energética e grande gradiente entre as suas partículas, oferece inúmeras vantagens de aplicação, resultando em grande diferença de sua atividade. É uma alternativa inovadora, econômica, versátil e ecologicamente correta, podendo ser utilizado na indústria de alimentos, como por exemplo, na descontaminação e extensão da vida de prateleira, inativação enzimática e remoção de toxinas (3, 4).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi compilar e analisar publicações entre os anos 2016 e 2021 que aplicaram o plasma frio no processamento de sucos de frutas.

METODOLOGIA

O presente estudo se configura em uma revisão bibliográfica de literatura, do tipo sistemática, com propósito de agrupar estudos que avaliaram o efeito do plasma frio no processamento de sucos de frutas.

Segundo Biolchini *et al.* (5) a revisão bibliográfica sistemática (RBS) serve de instrumento para estruturar trabalhos publicados em um determinado tema, proporcionando aos autores a elaboração de um resumo do conhecimento existente sobre o assunto pesquisado. O modelo para condução de uma RBS proposto pelos autores abrange as etapas: planejamento, execução e análise dos resultados.

A coleta dos dados foi realizada no período de julho de 2021, e a base de dados utilizada para a compilação dos artigos científicos foi Periódicos CAPES: *Science-Direct*. Buscou-se por artigos publicados e indexados na referida base de dados, entre os anos 2016 e 2021. As pesquisas foram realizadas utilizando os seguintes termos: “cold plasma” + “juice” na língua inglesa, segundo metodologia descrita por Amaral *et al.* (6).

Para o primeiro critério de inclusão, foram pesquisados estudos que abordassem o efeito do plasma frio no processamento de sucos de frutas.

Como segundo critério, aplicou-se filtros para encontrar estudos que atendessem ao objetivo do trabalho em questão. O primeiro filtro de seleção, avaliou o título e o resumo, e o segundo filtro aplicado foi a leitura da metodologia. No terceiro e último filtro, fez-se a leitura completa dos artigos selecionados.

Já os critérios de exclusão envolveram artigos de pesquisa que tratavam do efeito do plasma frio em filmes comestíveis, polpa de frutas, embalagens biodegradáveis e segurança de alimentos.

A busca na base de dados gerou um total de 2 mil artigos que foram avaliados pelas palavras-chave, resultando em 21 estudos, nos quais foram examinados o título e o resumo, em seguida, foi realizada a exclusão das não conformidades em relação a temática definida, que resultaram na amostra do estudo.

Após avaliação minuciosa e objetiva, selecionou-se 15 artigos que preenchiam os critérios apresentados, sendo estes avaliados de forma integral.

As principais informações nos estudos selecionados para esta revisão estão detalhadas no Quadro 1. Com o intuito de facilitar a discussão dos resultados, os artigos foram identificados através dos códigos A1 a A15.

Quadro 1 - Características dos artigos selecionados.

ID	Coleta dos Dados			
	Matriz alimentar	Objetivo do estudo	Variáveis analisadas	Referência
A1	Suco de caju	Avaliar o efeito da aplicação de plasma frio (N2) no conteúdo de vitamina C, glicose, sacarose, frutose, atividade antioxidante, conteúdo de polifenóis e flavonoides no suco de caju.	Teor de Vitamina C; Conteúdo Fenólico Total - TPC e Teor de Flavonoides - TFC; Atividade antioxidante (FRAP, DPPH e ABTS); Teor de sacarose e frutose.	(7)
A2	Suco de mirtilo	Avaliar o efeito do tratamento de plasma frio na qualidade do suco de mirtilo, comparando-o com o tratamento térmico.	Teor de antocianina e de compostos fenólicos totais; Determinação de vitamina C; Determinação de atividade antioxidante (ABTS, DPPH e FRAP); Avaliação colorimétrica.	(8)
A3	Suco pré-biótico de laranja	Avaliar o efeito de ACP (<i>Atmospheric Pressure Cold Plasma</i>) e HPP (<i>High-Pressure Processing</i>) na integridade de frutooligossacarídeos funcionais (FOS), no teor de ácido cítrico e ascórbico e na cor de um suco prebiótico de laranja.	Caracterização do grau de polimerização de FOS; Teor de ácidos orgânicos; Avaliação colorimétrica.	(9)
A4	Sucos de frutas	Descrever a tecnologia de plasma frio atmosférico, incluindo seus fundamentos e parâmetros de processo em aplicações de suco,	Revisão sistemática de literatura.	(1)

		eficácia da descontaminação microbiana e as mudanças de qualidade nesses produtos.		
A5	Suco de camu-camu	Avaliar o efeito da excitação na frequência de plasma frio nas propriedades físico-químicas dos sucos de camu-camu.	Teor de Ácido ascórbico; Atividade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP); Conteúdo Fenólico Total; Antocianina Monomérica; Atividades de peroxidase (POD) e polifenol oxidase (PPO); Avaliação colorimétrica; Bioacessibilidade do ácido ascórbico.	(10)
A6	Suco de caju	Avaliar o impacto do processamento de ACP em suco orgânico de caju, seus compostos após o processamento, simulação da digestão in vitro e a bioacessibilidade da vitamina C.	Digestão in vitro sobre vitamina C e compostos fenólicos; Monitoramento de compostos orgânicos.	(11)
A7	Suco de maçã e cubos de maçã	Avaliar os efeitos de duas tecnologias de plasma frio (descarga de barreira dielétrica e plasma de descarga brilhante) em cubos de maçã e composição do suco de maçã obtida por análise de RMN.	Identificação dos constituintes em amostras de maçã antes e após o processamento por RMN (Sacarose, α -glicose, β -glicose, frutose, ácido málico, ácido acético, alanina e ácido láctico).	(12)
A8	Suco de chokeberry	Avaliar os efeitos do plasma frio (CP) em <i>Escherichia coli</i> e <i>S. cerevisiae</i> e a qualidade do suco de chokeberry (CJ).	Taxa de mortalidade de <i>E. coli</i> e <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ; Propriedades físico-químicas (teor de antocianina, pH, vitamina C, açúcar redutor, sólidos solúveis e cor); Atividade antioxidante DPPH, capacidade de eliminação do radical hidroxila (\bullet OH) e capacidade de eliminação de superóxido ânion ($O_2^{\bullet-}$).	(13)
A9	Suco de laranja	Avaliar o efeito do plasma frio atmosférico e tratamentos com ozônio sobre os principais compostos em suco de laranja por ressonância magnética nuclear (RMN) e análise quimiométrica.	Teor de sacarose, β -glicose, frutose, ácido málico e ácido cítrico.	(14)

A10	Suco de chokeberry	Avaliar a influência dos tratamentos térmicos e não térmicos na estabilidade de compostos fenólicos em suco de chokeberry.	Compostos fenólicos (ácidos hidroxicinâmicos, flavonóis e antocianinas).	(15)
A11	Suco de romã	Comparar os efeitos das tecnologias térmicas e não térmicas na qualidade do suco de romã.	Revisão sistemática de literatura.	(2)
A12	Suco de romã	Avaliar os efeitos do plasma frio sobre as antocianinas e a cor do suco de romã.	Teor de antocianinas; Avaliação colorimétrica.	(15)
A13	Suco de maçã e cubos de maçã	Avaliar os efeitos da aplicação de plasma na inativação enzimática e alguns atributos de qualidade que são diretamente influenciados pela inativação enzimática.	Atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD); conteúdo fenólico total; capacidade antioxidante e avaliação colorimétrica.	(12)
A14	Suco de acerola	Avaliar os efeitos do plasma incandescente de nitrogênio sobre alguns compostos bioativos do suco de acerola.	Vitaminas A e C; carotenoides; conteúdo fenólico total; capacidade antioxidante e cor.	(16)
A15	Suco de maçã	Estudar o efeito do tratamento com plasma frio na inativação de leveduras em suco de maçã sob diferentes tensões de descarga e examinar a estrutura da superfície das células de levedura tratadas por microscopia eletrônica de varredura; comparar as principais propriedades físicas e químicas do suco de maçã antes e depois do tratamento e avaliar a alteração da qualidade.	Inativação microbiana de <i>Zygosaccharomyces rouxii</i> ; Propriedades físico-químicas - pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e açúcar redutor; avaliação colorimétrica; compostos voláteis.	(17)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos do plasma frio na inativação microbiana

O plasma frio tem mostrado efeitos promissores na descontaminação microbiana e esterilização, tendo aplicação em diversos produtos, tais como insumos médicos, embalagens e alimentos, incluindo sucos de frutas (1, 18). Mir *et al.* (18), em seu trabalho de revisão sobre as aplicações da tecnologia de plasma na indústria de alimentos,

encontraram diversos estudos que demonstram a eficácia desse tratamento na inativação de microrganismos, incluindo esporos e vírus. A presente revisão trouxe como resultado três trabalhos que avaliaram esse efeito.

Gan *et al.* (13), investigaram os efeitos do plasma frio na inativação de *E. coli* e *S. cerevisiae* em suco de chokeberry, além de buscar elucidar o mecanismo relacionado. Os autores constataram que o volume da amostra, o tempo de tratamento e o tipo de microrganismo são fatores que influenciam a inativação microbiana. Os melhores efeitos foram observados em menores volumes, maior tempo de tratamento e com a bactéria *E. coli*. Os pesquisadores discutem que a maior sensibilidade da *E. coli* ao plasma frio pode ser explicada pela diferença na parede celular dos fungos, composta de quitina, material mais rígido que o das bactérias, cujas paredes são de peptidoglicanos. Quanto ao mecanismo de inativação microbiana, a microscopia mostrou que as células de *E. coli* tratadas com plasma frio exibiram agregação e vazamento de protoplastos, enquanto as células de *S. cerevisiae* exibiram apenas agregação, coadunando com a tese de maior resistência da parede celular fúngica.

Por sua vez, Wang *et al.* (17) buscaram avaliar o efeito do plasma frio na inativação da levedura *Z. rouxii* em sucos de maçãs. Essa levedura tem uma importância no armazenamento de sucos de maçã, pois é responsável pela degradação da qualidade desses produtos. No estudo, foi comparado o efeito da inativação da levedura em suco de maçã e em água destilada após o tratamento com plasma frio e verificou-se que a redução da contaminação foi significativa na maior tensão aplicada, tanto para o suco de maçã quanto para a amostra de água destilada. Contudo, ao comparar as duas amostras, observou-se uma maior redução na amostra com água destilada. Esse resultado aponta para uma possível influência da matriz alimentar sobre a eficácia na descontaminação por tratamento de plasma frio em sucos. Por meio da microscopia eletrônica de varredura, o estudo também verificou danos à parede celular e vazamento de componentes intracelulares após o tratamento.

De modo semelhante, Hou *et al.* (8) (A2), em estudo com suco de mirtilo tratado com plasma frio, encontraram que o aumento no tempo e na concentração de oxigênio foram os principais fatores que promoveram a desativação de células de *Bacillus* sp.

Assim, os resultados dos estudos confirmam a eficácia do plasma frio sobre a redução da carga microbiana e fortalecem a hipótese de que isso ocorre por meio do ataque das espécies reativas presentes no plasma à membrana, provocando lesões na parede celular e expondo aminoácidos e ácidos nucleicos à oxidação. Também evidenciam que fatores diversos podem interferir na inativação dos micro-organismos, dentre eles o tipo de microrganismo presente, o volume da amostra, a tensão, o tempo de tratamento e o tipo de alimento tratado.

Efeitos do plasma frio na qualidade do suco de frutas

Em razão da sensibilidade das frutas e sucos de frutas aos diferentes processamentos e do impacto que alterações nas variáveis relacionadas à qualidade causam na aceitação do consumidor, 13 (86,7%) estudos desta revisão analisam os efeitos do plasma frio nas características de qualidade dos sucos (19).

Um dos parâmetros de qualidade frequentemente avaliado em sucos é o teor de vitamina C após o processamento. Os estudos de A3, A5 e A6, respectivamente (9, 10, 11), observaram incremento no conteúdo de vitamina C dos sucos de laranja prebiótico,

de camu-camu e de caju, após o processamento com plasma frio (9, 10, 11). As pesquisas A1, A2 e A8 (7, 8, 13), encontraram redução do teor de ácido ascórbico nos sucos de caju, mirtilo e chokeberry (13, 8, 7). Essa diferença possivelmente relaciona-se às variações nos parâmetros do processo, tais como tempo, fluxo do plasma, tipo de gás utilizado e matriz alimentar. O aumento do ácido ascórbico pode relacionar-se à ativação da enzima desidroascorbato redutase e à ação das espécies reativas sobre a superfície das estruturas celulares da matriz alimentar, causando maior biodisponibilidade da vitamina (19). Por outro lado, em situações mais extremas, de maior tempo de tratamento ou maior fluxo de plasma, aumenta-se a taxa de decomposição do ácido ascórbico por meio da sua reação com as espécies geradas no plasma (7).

O teor de compostos bioativos também é bastante discutido nos trabalhos envolvendo o processamento de sucos. Isso ocorre porque as frutas são fontes desses compostos e existem evidências crescentes acerca da relação do consumo deles com a prevenção de diversas doenças crônicas (20, 21). Os estudos de A1, A2, A5, A6, A8 e A13 verificaram aumento no conteúdo de compostos fenólicos em sucos de caju, mirtilo, camu-camu, chokeberry e maçã, respectivamente (7, 8, 10, 11, 12, 13). De modo oposto, as pesquisas A10 e A14 (15, 16) constataram diminuição desses compostos após o tratamento com o plasma. Esse comportamento diversificado também é observado para outros compostos bioativos. O teor de flavonoides em sucos de caju aumentou apenas em um fluxo intermediário do plasma (7). Já o teor de antocianinas no suco de mirtilo reduziu significativamente com o aumento do tempo de tratamento (8). Uma possível explicação para o aumento, a semelhança do que ocorre na vitamina C, pode ser atribuída à quebra da membrana celular e liberação desses compostos. Contudo, o decréscimo observado em alguns estudos confirma a necessidade de elucidação dos mecanismos de atuação das espécies reativas geradas pelo plasma e esses compostos bioativos.

Em relação à atividade antioxidante, as pesquisas A1, A2, A5, A8, A13 e A14 investigaram o comportamento após o tratamento com o plasma frio. Alguns estudos utilizaram mais de um ensaio (DPPH, ABTS e FRAP) e os resultados mostraram tendências diferentes para os diferentes ensaios, indicando que os compostos bioativos respondem melhor a certo tipo de ensaio. Outro fator importante é que os resultados foram heterogêneos, com o plasma frio aumentando ou reduzindo a atividade antioxidante. Contudo, de um modo geral, foi observada uma relação entre o comportamento dos compostos bioativos presentes nos sucos e a atividade antioxidante após o tratamento com o plasma frio (7, 8, 10, 12, 16, 13).

Quanto aos efeitos sobre as características físico-químicas, os resultados dessa revisão, avaliaram diversos parâmetros, tais como acidez titulável, açúcar redutor, sólidos solúveis, pH e cor, sendo a cor o mais presente nos trabalhos. Na pesquisa A8 observou-se que não houve mudança significativa nos parâmetros de acidez titulável, açúcar redutor e sólidos solúveis de suco de chokeberry, após o processamento com plasma frio (13). Resultados semelhantes foram observados no estudo A15, no qual constatou-se que não houve diferença nos parâmetros de sólidos solúveis totais, acidez titulável e açúcar redutor em suco de maçã (17). Na pesquisa A3 foi avaliado o pH, e verificaram uma redução dessa variável em suco de laranja enriquecido com frutooligossacarídeos, fato provavelmente relacionado ao aumento na concentração dos ácidos orgânicos, após o processamento com plasma (9). No estudo A9, ainda foi observado um aumento de ácido orgânico em suco de laranja após tratamento com plasma frio (14). O estudo A7 comparou

duas tecnologias diferentes de plasma frio e observou mudanças nos teores de açúcares e ácidos orgânicos (22).

As pesquisas A2, A3 e A12 avaliaram a cor e não encontraram diferença significativa ou encontraram diferenças em níveis não perceptíveis ao consumidor (8, 9, 23). Por outro lado, os estudos A5, A13, A14 e A15 mostraram a ocorrência de mudanças significativas nas cores dos sucos, em sua maioria indesejáveis (10; 12, 16, 17). Assim, faz-se necessário mais estudos que busquem investigar os mecanismos relacionados às mudanças de cor nos diversos sistemas alimentares após o processamento com plasma frio.

A atividade enzimática foi avaliada na pesquisa A13, que comparou os efeitos do tratamento do plasma frio em suco e cubos de maçã. Farias *et al.* (12) observaram que a enzima polifenol oxidase foi parcialmente inativada em suco de maçã tratado com plasma frio em diferentes frequências de excitação. Verificou-se que a enzima peroxidase diminuiu nos sucos, exceto, na frequência de 600 Hz, na qual não houve diferença estatística. A frequência de 50 Hz foi uma condição operacional capaz de inativar de modo satisfatório as duas enzimas ao mesmo tempo, apenas nos sucos. Os autores concluem que o melhor desempenho em relação à inativação enzimática nos sucos, foi resultado do maior poder de penetração do plasma no suco que nos cubos de maçã, visto que, esse processo atua de forma eficiente na superfície das amostras.

CONCLUSÕES

Considera-se que a aplicação do plasma frio é uma alternativa promissora para a preservação da qualidade de sucos de frutas, mantém as características físico-químicas, capacidade antioxidante, compostos bioativos e os atributos sensoriais como a cor.

As aplicações da tecnologia do plasma frio em sucos de frutas, demonstraram a eficácia desse tratamento na inativação enzimática da peroxidase (POD) e polifenol oxidase (PPO) e destruição de micro-organismos, incluindo a bactéria *Escherichia coli*, *Bacillus* sp. e as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e *Zygosaccharomyces rouxii*.

REFERÊNCIAS

1. Ozen E, Singh RK. Atmospheric cold plasma treatment of fruit juices: a review. *Trends In Food Science & Technology*. Elsevier BV. 2020;103:144-151.
2. Putnik P, Kresoja Z, Bosiljkov T, Jambrak AR, Barba FJ, Granato D, Zuntar I, Kovacevic DB. Comparando os efeitos dos tratamentos térmicos e não térmicos no suco de romã: uma revisão. *Química Alimentar*. 2019;279:159-161.
3. Albertos I, Martins-Diana AB, Cullen PJ, Tiwari BK, Ojha KS, Bourke P, Rico D. Shelf-life extension of herring (*Clupea harengus*) using in-package atmospheric plasma technology. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2017.
4. Niemira BA. Cold plasma decontamination of foods. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2012;3:3:125-142.

5. Biochini JC de A, Mian PG, Natali ACC, Conte TU, & Travassos GH. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. *Advanced Engineering Informatics*. 2007;21:2:133-151.
6. Amaral SMB, Bessa MJ, Cavalcante MRF, Freitas FNF, Maia MBV, Costa Junior RA, Damaceno MN. Resíduos de laranja na elaboração de produtos alimentícios: Uma revisão. *Research, Society and Development*. 2021;6:0910615373.
7. Rodríguez Ó, Gomes WF, Rodrigues S, Fernandes FAN. Effect of indirect cold plasma treatment on cashew apple juice (*Anacardium occidentale* L.). *Lwt, [S.L.]*. 2017;84:457-463.
8. Hou Y, Wang R, Gan Z, Shao T, Zhang X, He M, Sun A. Effect of cold plasma on blueberry juice quality. *Food Chemistry*. 2019;290:79-86.
9. Almeida FDL, Gomes WF, Cavalcante RS, Tiwari BK, Cullen PJ, Frias JM, Bourke P, Fernandes FAN, Rodrigues S. Fructooligosaccharides integrity after atmospheric cold plasma and high-pressure processing of a functional orange juice. *Food Research International, [S.L.]*. 2017;102:282-290.
10. Castro DRGde, Mar JM, Silva LSda, Silva Kada, Sanches EA, Bezerra Jade, Rodrigues S, Fernandes FAN, Campelo PH. Dielectric barrier atmospheric cold plasma applied on camu-camu juice processing: effect of the excitation frequency. *Food Research International, [S.L.]*. 2020;131:109044.
11. Leite AKF, Fonteles TV, Miguel TBAR, Silva GSd, Brito ESd, Filho EG, Fernandes FAN, Rodrigues S. Atmospheric cold plasma frequency imparts changes on cashew apple juice composition and improves vitamin C bioaccessibility. *Food Research International, [S.L.]*. 2021;147:110479.
12. Farias TRB, Rodrigues S, Fernandes FAN. Effect of dielectric barrier discharge plasma excitation frequency on the enzymatic activity, antioxidant capacity and phenolic content of apple cubes and apple juice. *Food Research International, [S.L.]*. 2020;136:109617.
13. Gan Z, Feng X, Hou Y, Sun A, Wang R. Cold plasma jet with dielectric barrier configuration: investigating its effect on the cell membrane of *e. coli* and *s. cerevisiae* and its impact on the quality of chokeberry juice. *Lwt, [S.L.]*. 2021;136:110223.
14. Alves-Filho EG, Almeida FDL, Cavalcante RS, Brito ESde, Cullen PJ, Frias JM, Bourke P, Fernandes FAN, Rodrigues Sueli. ¹H NMR spectroscopy and chemometrics evaluation of non-thermal processing of orange juice. *Food Chemistry, [S.L.]*. 2016;204:102-107.

15. Kovacevic DB, Kljusuric JG, Putnik P, Vukutlc T, Herceg Z, Dragovic-Uzelac V. Stability of polyphenols in chokeberry juice treated with gas phase plasma. *Food Chemistry*, [S.L.]. 2016^a;212:323-331.
16. Fernandes FAN, Santos VO, Rodrigues S. Effects of glow plasma technology on some bioactive compounds of acerola juice. *Food Research International*, [S.L.]. 2019;115:16-22.
17. Wang Y, Wang Z, Zhu X, Yuan Y, Gao Z, Yue T. Application of electrical discharge plasma on the inactivation of *Zygosaccharomyces rouxii* in apple juice. *Lwt*, [S.L.]. 2020;121:108974.
18. Mir AS, Shah MA, Mir MM. Understanding the Role of Plasma Technology in Food Industry. *Food And Bioprocess Technology*, [S.L.]. 2016;9:5:734-750.
19. Pankaj S, Wan Z, Keener K. Effects of Cold Plasma on Food Quality: a review. *Foods*, [S.L.]. 2018;7:1:4.
20. Gan Y, Tong X, Li L, Cao S, Yin X, Gao C, Herath C, Li W, Jin Z, Chen Y. Consumption of fruit and vegetable and risk of coronary heart disease: a meta-analysis of prospective cohort studies. *International Journal Of Cardiology*, [S.L.]. 2015;183:129-137.
21. Silva LMRda, Figueredo EATde; Ricardo NMPS, Vieira, Icaro GP, Figueredo RWde, BRASIL, Isabella Montenegro; GOMES, Carmen L.. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, [S.L.]. 2014;143:398-404.
22. Farias TRB, Alves-Filho EG, Silva LMA, Brito ESde, Rodrigues S, Fernandes FAN. NMR evaluation of apple cubes and apple juice composition subjected to two cold plasma technologies. *Lwt*, [S.L.]. 2021;150:112062.
23. Kovacevic DB, Putnik Predrag, Dragovic-Uzelac V, Pedisc S, Jambrak AR, Herceg Z. Effects of cold atmospheric gas phase plasma on anthocyanins and color in pomegranate juice. *Food Chemistry*, [S.L.]. 2016b;190:317-323.

Capítulo 33

USO DE LUZ PULSADA NO PROCESSAMENTO NÃO-TÉRMICO EM SUCO DE FRUTAS: UMA REVISÃO

Antônio Jason Gonçalves da Costa ; Luiza Michelly Gonçalves Lima ; Rafael Souza Cruz *; Elisabeth Mariano Batista ; Lucicleáa Barros de Vasconcelos 
; Giovana Matias do Prado 

*Rafael Souza Cruz – Email: rafaelsouzacruz123@gmail.com

Resumo: As frutas representam uma fonte de nutrientes importantes para a dieta humana e dentre as principais formas de processamento dessas está a elaboração de sucos devido a sua praticidade e aceitação pelo consumidor. Atualmente, tem-se estudado a utilização de tecnologias não-térmicas ou emergentes por apresentar vantagens com relação aos tratamentos convencionais. Dentre essas tecnologias, a luz pulsada por meio da radiação ultravioleta (UV-C) apresenta potencial utilização em sucos de frutas, de modo a conservar suas características sensoriais, nutricionais e manter sua vida útil e qualidade. Diante disso, o objetivo desse estudo foi a realização de uma revisão para avaliar o efeito da utilização da tecnologia de luz pulsada no processamento e manutenção da integridade dos componentes nutricionais e fitoquímicos presentes em sucos de frutas. Trata-se de uma revisão sistemática, ao qual se buscou estudos nas bases de dados Science direct, SciELO, Web of Science e Periódicos Capes, utilizando os termos “Pulsed light” e “Fruit juice” que, após a leitura e refinamento dos resultados, foram selecionados 8 artigos. Foi possível observar que a utilização da luz pulsada apresentou resultados satisfatórios quanto à inibição de micro-organismos, micotoxinas, redução da atividade de enzimas e manutenção do perfil físico-químico e fitoquímico presentes nas amostras de suco avaliadas. A partir de tais resultados, conclui-se que o uso da luz pulsada é uma tecnologia promissora para ser utilizada no processamento de sucos de frutas, contudo, são necessários maiores estudos que evidenciem essa potencialidade, bem como o estabelecimento de parâmetros que permitam a manutenção da qualidade do produto.

Palavras-chave: luz pulsada; processamento não-térmico; tecnologia

INTRODUÇÃO

As frutas são produtos vegetais que apresentam elevada quantidade de fibras, são ricas em carboidratos simples, e são fontes de vitaminas e minerais. Elas são componentes importantes de uma dieta saudável e devem ser consumidas com regularidade (1). Representam valiosos componentes da alimentação e devem ser introduzidas na dieta alimentar de forma regular e equilibrada. Ainda, são alimentos saborosos e de fácil digestão (2).

O mercado de bebidas à base de frutas e vegetais está em expansão, oferecendo diversos tipos de produtos como sucos e bebidas mistas ou smoothies, com diferentes composições e qualidade (3). Outra tendência é a produção de bebidas com processamento mínimo, prensadas a frio e sem aditivos químicos. No entanto, essas possuem o desafio de manter a qualidade microbiológica (4).

É bem sabido que os sucos de frutas possuem altas concentrações de substâncias antioxidantes e bioativas, nesse sentido, o desenvolvimento dessas bebidas funcionais em uma forma potencial de aproveitar suas propriedades nutricionais e sabores exóticos, pode atrair o interesse dos consumidores, entretanto, a aplicação do tratamento de preservação correto, é de alta relevância para obtenção de produtos seguros e com maior vida útil (5).

Diante desse cenário, tratamentos não-térmicos têm sido explorados como alternativas para garantir a qualidade de alimentos sem modificar as suas propriedades físico-químicas, nutricionais e sensoriais desejadas (6). São muitas as tecnologias emergentes, como plasma, ozônio, ultrassom, processamento de alta pressão e luz pulsada, que se mostram com bons resultados após o processamento. Essas tecnologias desencadeiam poucas alterações na composição da matriz alimentar, sabor, nutrientes e compostos bioativos preservados (7).

Diante dos diferentes estudos já evidenciados, os tratamentos não térmicos são técnicas suaves de preservação de alimentos, capazes de inativar micro-organismos patogênicos e enzimas deteriorantes, fornecendo produtos seguros e frescos com alterações mínimas em seus nutrientes, além de garantirem um maior rendimento, uma maior estabilidade e conseqüentemente período de conservação, e tudo isso a um baixo custo de produção (8).

Dentre essas tecnologias não térmicas destaca-se a luz pulsada, que age como um descontaminante e utiliza luz intensa de amplo espectro por curtos períodos de tempo, onde a porção de luz ultravioleta é identificada como a principal responsável pelo efeito antimicrobiano do tratamento, porém a grande vantagem da luz pulsada sobre o uso da luz UV é a necessidade de menor tempo para inativar os micro-organismos. Os mecanismos de inativação microbiana utilizados pela luz pulsada têm sido associados aos danos causados por alterações fotoquímicas no material genético e por aquecimento localizado (9).

Assim, o objetivo desse estudo foi a realização de uma revisão para avaliar o efeito da utilização da tecnologia de luz pulsada no processamento e manutenção da integridade dos componentes nutricionais e fitoquímicos presentes em sucos de frutas.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão de literatura sobre o assunto, com base no método sistemático, também conhecido como revisão narrativa da literatura, pois responde a

uma pergunta mais pontual, que visa trazer informações gerais sobre o tema em questão (10).

A revisão sistemática foi feita por meio de uma pesquisa bibliográfica realizada em julho de 2021 em bancos de dados eletrônicos de revistas científicas, nomeadamente Science Direct, SciELO, Web of Science e Periódico Capes. O período de tempo foi delimitado em cinco anos (2017-2021), o nosso interesse era buscar artigos científicos que avaliava o uso da luz pulsada no processamento de sucos de frutas. Dessa forma, utilizou-se as seguintes palavras-chave: “Pulsed light” e “Fruit juice”.

A seleção dos manuscritos foi baseada nos critérios de inclusão: artigos publicados em inglês, português ou espanhol e artigos com palavras-chave no título, resumo ou palavras-chave de luz pulsada, outros artigos que não atendiam aos critérios de inclusão, foram excluídos dessa revisão sistemática, bem como “publicações” não confiáveis, como rascunhos, artigos de sites e pré-impressões de trabalhos enviados, relatórios científicos e trabalhos de conferências e revistas predatórias com o fator de impacto baixo, índice h baixo e revista desconhecidas. Os artigos selecionados foram revisados manualmente para identificar e excluir trabalhos que não atendiam aos critérios descritos acima.

A pesquisa primária identificou 2457 resultados, sendo 1844 do Science Direct, 33 artigos no Web of Science e 580 artigos nos periódicos CAPES e nenhum artigo na base de dados SciELO. Após uma triagem inicial de títulos, resumos, texto completo e tempo de publicação, foram selecionados oito artigos, enquanto o restante não atendeu aos critérios de inclusão. Na tabela abaixo mostra o processo de seleção dos artigos feito após a leitura.

Tabela 1 - Processo de seleção dos artigos após a leitura dos estudos.

Base de dados	Número de artigos encontrados	Número de artigos selecionados	Amostra
Science Direct	1844	6	6
SciELO	0	0	0
Web of Science	33	1	1
Periódicos CAPES	580	1	1

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de luz pulsada em produtos à base de frutas apresenta-se como promissora, tendo em vista a capacidade que a luz UV-C tem em reduzir a carga microbiana, apresentar potencial inativação de micotoxinas, reduzir atividade enzimática e preservar significativamente as características físico-químicas do produto.

Bolores, leveduras e principalmente as bactérias são os principais micro-organismos encontrados nos alimentos. Uma grande variedade de micro-organismos é capaz de produzir toxinas e outros tipos de cepas, quando ingeridos, podem causar doenças. A presença de desses contaminantes nos alimentos, seja por sua ação patogênica, ou de deterioração, é um grande problema para a saúde e a manutenção da qualidade no produto (11).

A utilização de tecnologias que visem o controle microbiano é uma parte

fundamental da cadeia de produção de alimentos e bebidas. Atualmente têm-se buscado a aplicação de métodos que inibam a proliferação microbiana e que preservem as características, nutricionais, fitoquímicas e sensoriais do produto. O uso de luz pulsada utilizando a luz UV-C tem apresentado resultados pertinentes quanto à capacidade de eliminação de micro-organismos e preservação da inocuidade dos alimentos.

Fenoglio *et al.* (12) ao avaliarem o uso da luz UV-C na inibição de cepas de *Escherichia coli* ACTT 25922, *Saccharomyces cerevisiae* KE 162 e *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 em amostras de suco de pera (PJ), laranja e tangerina (OT) e um *mix* de laranja, banana, manga, kiwi e morango (OBMKS), utilizando UV-C (390 J/cm² a 20 °C) de forma isolada e associada com elevação térmica (UV-C/H) durante o intervalo de 0-19 minutos, observaram uma alta eficácia na inativação das cepas por meio da luz UV-C no suco PJ com logaritmo de redução 4,7-5,5-6,5 Log₁₀ UFC/mL para *L. plantarum*, 4,6-4,8-5,1 Log₁₀ UFC/mL para *E. coli* e 4,4-5,5 Log₁₀ UFC/mL para *S. cerevisiae*.

Para a amostra de suco OT e o *mix* OBMKS sob a luz UV-C a 20 °C, os mesmos autores observaram que houve uma inibição moderada para as cepas analisadas uma vez que essas amostras apresentaram os maiores teores de turbidez, com índices de 3100 ± 4 Unidade de Turbidez Nefelométrica (NTU) e 1767 ± 3 NTU, bem como menores percentuais de transmitância da luz UV (UTV), com valores de UVT 20,9% e 42,6% para as amostras, respectivamente. Com relação ao uso da luz UV-C com elevação moderada da temperatura (390 J/cm² a 50 °C), foi observado uma alta inativação, com log de redução de 5,2-5,6 Log₁₀ UFC/mL para o suco OT, 6,3-6,6 Log₁₀ UFC/mL para o *mix* OBMKS e de 5,5-6,7 Log₁₀ UFC/mL para o suco PJ. Além disso, observou-se uma redução de 4,6-4,9 Log₁₀ UFC/mL para *S. cerevisiae* nas amostras de OBMKS e OT.

Preetha *et al.* (13) observaram uma redução logarítmica de *E. coli* de 4,0 e 4,5 Log₁₀ UFC/mL em amostras de suco de laranja e abacaxi, respectivamente, quando submetidas a doses pulsadas de luz UV-C com intensidade de 95,2 J/cm² a 25°C durante o período de 15 segundos. Além disso, por meio de microscopia de varredura, foi possível observar a degradação da integridade da membrana celular bacteriana, resultando no achatamento da borda da célula.

Ferrario e Gerrero (14) ao analisarem a inativação de leveduras de *S. cerevisiae* por meio de ultrassom e luz pulsada de forma isolada e pela combinação dos dois métodos nos intervalos de 10 e 30 minutos em amostras de sucos fresco e clarificado comercialmente de maçã, relataram que a aplicação de luz UV-C (71,6 J/cm²) de forma isolada apresentou uma menor inativação das células para ambas as amostras e os melhores índices de inibição celular foram observados por meio da utilização de UV-C e da associação da tecnologia de ultrassom com UV-C com elevação moderada da temperatura (44-56 ± 1 °C) para ambos os períodos de tempo, sendo que a utilização da combinação desses dois métodos, apresenta-se como mais uma alternativa quanto ao seu uso no processamento de bebidas frente às metodologias convencionais.

Kaya *et al.* (15) observaram uma redução nas contagens de leveduras de *S. cerevisiae* no suco de uva verde (*verjuice*) nos logaritmos de 5,10 ± 0,24 Log₁₀ UFC/mL e 5,06 ± 0,07 log₁₀ UFC/mL para os feixes de 50 pulsos de luz UV-C nas intensidades de 17 J/cm² a 45 °C durante 20 minutos e 6,12 J/cm² a 47 °C durante 8,5 minutos a uma profundidade de 3 mm. Xiang *et al.* (2020) ao analisarem o efeito de inibição de feixes de luz UV-C com fluência de 200, 400, 800 e 1200 J/cm² em células do fungo *Zygosaccharomyces rouxii* em suco de maçã, encontraram uma redução de 2,79, 3,42,

4,86 e 5,46 Log₁₀ UFC/mL, respectivamente.

O mecanismo de inativação microbiana estabelecido para a luz UV-C baseia-se na formação de dímeros de DNA. A radiação promove a ruptura das ligações das bases nitrogenadas com consequente união entre as bases adjacentes ou próximas entre si por meio da dobra da dupla fita. A codificação de RNA fica comprometida devido à perda da ligação entre as duas fitas nas seções onde os dímeros são formados, e, a partir disso, há prejuízos nas funções celulares durante sua interfase, impedindo a replicação do DNA e, por fim, causando a morte celular (16).

Além da capacidade de eliminação de micro-organismos, o uso de pulsos de luz UV-C apresenta potencial utilização para a neutralização de toxinas. Rodríguez-Bencomo *et al.* (17) observaram aumento da degradação e formação de conjugados de patulina-glutationa catalisados por íons de ferro submetidos a luz pulsada UV-C de intensidade de 8 a 64 J/cm² em amostras de suco de maçã em comparação as amostras não submetidas a esse método.

A patulina é uma micotoxina produzida mais de 177 espécies de fungos e os gêneros de maior destaque são *Penicillium*, *Aspergillus*, *Byssochlamys* e *Alternaria*. Embora a patulina seja produzida por diferentes tipos de fungos, a espécie *Penicillium expansum* é a de maior importância por sua capacidade de produzir grandes quantidades dessa substância, sendo que esse fungo psicotrófico é um contaminante comum de maçãs, pêssegos e peras, causando o apodrecimento da fruta e o aparecimento do bolor azul (18, 19, 20).

Sua toxicidade no organismo humano tem sido evidenciada pelos seus efeitos genotóxicos, mutagênicos, imunossupressores e neurotóxicos. A ingestão de frutas, vegetais e produtos derivados com essa micotoxina pode causar efeitos deletérios a saúde, como inflamações gastrointestinais com formação de úlceras e hemorragias, supressão imunológica, mutagenicidade, embriotoxicidade, carcinogenicidade e efeito teratogênico (21, 22).

Em produtos de origem vegetal, muitas alterações indesejáveis são causadas pela atividade de enzimas presentes no constituinte alimentar. Dentre essas, destacam-se a peroxidase (POD) e a polifenol oxidase que catalisam reações de oxidação de várias substâncias (compostos fenólicos, lipídios, vitaminas, ácidos orgânicos, clorofila, etc.) com a produção de compostos escuros denominados melaninas que alteram a coloração no produto. Além da mudança de cor, essas reações podem proporcionar a formação de aromas e sabores desagradáveis (*off-flavor*) e diminuição do valor nutricional.

O uso de luz pulsada na inativação da atividade enzimática em produtos de origem vegetal apresenta resultados satisfatórios quanto à inibição enzimática sem a necessidade de tratamentos utilizando altas temperaturas e preservando as características nutricionais, sensoriais e fitoquímicas do produto. Chakraborty *et al.* (23) observaram a inativação das enzimas PPO e POD após aplicação de luz UV-C na intensidade 3012 J/cm² durante 5 minutos a 48,3 °C em amostras de suco de groselha indiana.

Pellicer, Navarro e Gómez-López (24), observaram a redução de 90% da concentração de pectinametilesterase (PME) após aplicação de luz pulsada com fluência total de 128 J/cm² a temperatura de 20 °C. Essa enzima é responsável pela degradação da pectina por meio da hidrólise das ligações éster-metilicas, com consequente perda da turbidez do suco, influenciando na qualidade e aceitação do produto por parte dos consumidores (25).

Com relação à preservação das características físico-químicas e perfil de fenólicos

totais de sucos de frutas após o tratamento por luz pulsada (15), observaram que não houve alterações significativas quanto aos valores de pH, sólidos solúveis totais e coeficiente de absorção das amostras de suco de uva verde submetidas a luz UV-C, quando comparadas com a amostra que não passou por tratamento. Contudo, os mesmos autores relataram que a amostra tratada com UV-C (6,12 J/cm²) a temperatura de 47 °C apresentou alteração negativa, modificando a cor, em relação à turbidez durante o armazenamento sob refrigeração a 2 °C em comparação com a amostra padrão, influenciando assim na qualidade e aceitação do produto para o consumidor.

Xiang *et al.* (26) também observaram que não houve alterações quanto as características físico-químicas das amostras de suco de maçã após o tratamento com UV-C utilizando fluências de 200, 400, 800 e 1200 J/cm², contudo, houve a redução do conteúdo de fenólicos totais em 3,03%, 5,40%, 8,97% e 10,45% respectivamente, bem como a redução da capacidade antioxidante.

Já Chakrabort *et al.* (23) relataram que não foi observado alterações nas características físico-químicas analisadas do suco de groselha indiana após tratamento com luz UV-C na faixa de fluência de 1504 a 3012 J/cm² e que houve preservação de 45%, 54% e 61% para compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante e conteúdo de vitamina C quando comparado com o método de pasteurização a 95 °C.

Tais achados indicam a necessidade de mais estudos sobre a preservação de fitoquímicos e sua respectiva capacidade antioxidante em sucos de frutas submetidos à luz UV-C, no intuito de estabelecer parâmetros que possam ser empregados no uso dessa tecnologia sem que haja alterações ou perdas das características sensoriais e da atividade fitoquímica dos produtos alimentícios submetidos a esse método.

CONCLUSÕES

A utilização da tecnologia de luz pulsada através da radiação UV-C em sucos de frutas apresenta resultados promissores quanto à inibição da carga microbiana, eliminação de toxinas e inativação de enzimas que influenciam nas características desejadas no produto. Diante disso, são necessários maiores estudos que elucidem o potencial uso desse método, de forma a estabelecer as suas vantagens e potenciais limitações diante de tratamentos convencionais e de outras tecnologias, que visem à obtenção de produtos que possam manter suas características intrínsecas como alimento, bem como sua inocuidade e inibição de alterações que influenciem sua qualidade e aceitação pelo consumidor.

REFERÊNCIAS

1. Souza ACF, Souza JF, Mendes IG. Microbiological evaluation of frozen fruit pulp sold at public fairs in Macapá, Amapá. *Research, Society and Development*, 2020; 9:2: 191922152.
2. Martins MFB. Qualidade microbiológica de polpas de frutas comercializadas no município de Aracaju -SE [Monografia]. Curso de graduação em Tecnologia de Alimentos, São Cristóvão IFSE; 2017.
3. Bong WC, Vanhanen LP, Savage GP. Addition of calcium compounds to reduce

- soluble oxalate in a high oxalate food system. *Food Chemistry*. 2017;221:54:57.
4. Snyder AB, Worobo, RW. The incidence and impact of microbial spoilage in the production of fruit and vegetable juices as reported by juice manufacturers. *Food Control*. 2018;85:144:150.
 5. De La Pena MM, Welti-Chanes J, Martin-Belloso O. Application of Novel Processing Methods for Greater Retention of Functional Compounds in Fruit-Based Beverages. *Beverages*. 2016;2:(14):1:12.
 6. Beristaín-Bauza S, Martínez-Nino A, Ramírez-González AP, Ávila-Sosa R, Ruíz-Espinosa H, Ruiz-López II, Ochoa-Velasco CE. Inhibition of *Salmonella* Typhimurium growth in coconut (*Cocos nucifera* L.) water by hurdle technology. *Food Control*. 2018;92:312:318.
 7. Linhares DFD, Alves Filho EG, Silva LMA, Fonteneles V, Wurlitzer NJ, De Brito ES, Fernandes FAN, Rodrigues S. Thermal and non-thermal processing effect on açai juice composition. *Food Research International*. 2020;109506.
 8. Soliva-Fortuny R, Balasa A, Knorr D, Martín-Belloso O. Effects of pulsed electric fields on bioactive compounds in foods: A review. *Trends in Food Science and Technology*. 2009;20:544:556.
 9. Avalos-Llano KR, Martín-Belloso O, Soliva-Fortuny R. Effect of pulsed light treatments on quality and antioxidant properties of fresh-cut strawberries. *Food Chemistry*. 2018;264:393:400.
 10. Green S, Higgins JPT, Alderson P, Clarke M, Mulrow CD, Oxman AD. Introduction. In: Higgins JPT, Green S, editors. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.0.1 updated March 2011 [Internet]. Melbourne: The Cochrane Collaboration; 2011 [cited 2020 Janeiro 12]. Available from: www.cochrane handbook.org.
 11. Campbell-Platt G. *Ciência e tecnologia de alimentos*. Editora Manole. 2016.
 12. Fenoglio D, Ferrario M, Schenk M, Guerrero S. Effect of pilot-scale UV-C light treatment assisted by mild heat on *E. coli*, *L. plantarum* and *S. cerevisiae* inactivation in clear and turbid fruit juices. Storage study of surviving populations. *International Journal of Food Microbiology*. 2020;332:2:1067:1087.
 13. Pretha P, Pandiselvam RN, Varadharaju JKZ, Balakrishnan M. Effect of pulsed light treatment on inactivation kinetics of *Escherichia coli* (MTCC 433) in fruit juices. *Food control*. 2021;121:1:1047:1075.
 14. Ferrario M, Guerrero S. Impact of a combined processing technology involving ultrasound and pulsed light on structural and physiological changes of *Saccharomyces cerevisiae* KE 162 in apple juice. *Food Microbiology*. 2017;65:1:

83-94.

15. Kaya Z, Unlunturk S, Martin-Belloso O, Soliva-Fortuny R. Effectiveness of pulsed light treatments assisted by mild heat on *Saccharomyces cerevisiae* inactivation in verjuice and evaluation of its quality during storage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020;66:1:1017:1025.
16. Cutler TD, Zimmerman JJ. Ultraviolet irradiation and the mechanisms underlying its inactivation of infectious agents. *Anim Health Res Rev*. 2011;12:1:15:23.
17. Rodríguez-Bencomo JJ, Sanchis V, Vinas I, Martín-Belloso O, Soliva-Fortuny R. Formation of patulin-glutathione conjugates induced by pulsed light: A tentative strategy for patulin degradation in apple juices. *Food Chemistry*. 2020;315:1:1262:1283.
18. Drusch S, Ragab W. Mycotoxins in fruits, fruit juices, and dried fruits. *Journal of Food Protection*. 2003;66:8:1514:1527.
19. Pal S, Singh N, Ansari KM. Toxicological effects of patulin mycotoxin on the mammalian system: an overview. *Toxicology Research*. 2017;6:6:764:771.
20. Frisvad J. A critical review of producers of small lactone mycotoxins: Patulin, penicillic acid and moniliformin. *World Mycotoxin Journal*. 2018;11:1:73:100.
21. Ramalingam S, Bahuguna A, KIM M. The effects of mycotoxin patulin on cells and cellular components. *Trends in Food Science and Technology*. 2019;83:1:99:113.
22. Saleh I, Goktepe I. The characteristics, occurrence, and toxicological effects of patulin. *Food and Chemical Toxicology*. 2019;129:1:301:311.
23. Chakraborty S, Ghag S, Bhalerao P, Gokhale JS. The potential of pulsed light treatment to produce enzymatically stable Indian gooseberry (*Emblica officinalis* Gaertn.) juice with maximal retention in total phenolics and vitamin C. *J Food Process Preserv*. 2020;44:12:132:149.
24. Pellicer JA, Navarro P, Gómez-López VM. Pectin methylesterase inactivation by pulsed light. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2020;62:1:1023:1066.
25. Van der Broeck I, Ludikhuyze LR, Van Loey AM, Weemaes CA. Inactivation of orange pectinesterase by combined high pressure and temperature treatments: a kinetic study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000;48: 5:1960:1970.
26. Xiang Q, Fan L, Zhang RMAY, Liu S. Effect of UVC light-emitting diodes on apple juice: Inactivation of *Zygosaccharomyces rouxii* and determination of quality. *Food Control*. 2020;111:1:1070:1082.



QUÍMICA E BIOQUÍMICA DE ALIMENTOS



Capítulo 34

AVALIAÇÃO QUÍMICA DE BATATAS FRITAS INDUSTRIALIZADAS COMERCIALIZADAS EM SOBRAL-CE

Drielly Morganna Siqueira Porto¹; José Mário dos Santos Marques²
Wanderléia de Aguiar Policarpo³; Márcia Facundo Aragão^{3*}

¹Bacharel em Farmácia, Centro Universitário INTA (UNINTA); ²Discente do curso de Farmácia, Centro Universitário INTA (UNINTA); ³Docente no Centro Universitário INTA (UNINTA) *Autor correspondente – Email: marciaaragao23@gmail.com

Resumo: A batata (*Solanum tuberosum* L.), um alimento amplamente consumido no mundo, possui significativo conteúdo nutricional e fonte energética. A globalização proporcionou o aumento do consumo de alimentos “expressos”, por serem práticos na realização das refeições, tendo as batatas como forte escolha para este consumo. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos em batatas fritas comercializadas em Sobral – CE. É um estudo de natureza experimental e explicativa, que usa uma abordagem quantitativa, no qual são analisados os seguintes parâmetros químicos: teor de lipídios, cinzas, cloreto de sódio e sódio. Os valores de lipídios para as três marcas, cujo experimento foi realizado, não houve diferença significativa entre as amostras (entre 34,70% a 37,98%). Para cinzas a amostra A variou estatisticamente com a amostra B e a amostra B variou estatisticamente com as amostras A e C. Já a amostra C variou estatisticamente com a amostra B. Todavia, na análise de sódio os resultados, nas três marcas, apresentaram valores fora da especificação declarada no rótulo, tendo variações para NaCl entre 1,47% a 2,46%, com diferença estatística entre a amostra A e B e entre as amostras B e C. Já para sódio os valores ficaram entre 0,57% e 0,96%, tendo diferença estatística entre as amostras A e B e entre as amostras B e C. Todas as marcas analisadas apresentaram erro para algum tipo de nutriente. Todos os parâmetros físico-químicos analisados mostraram-se aumentados de acordo com a rotulagem nutricional. Sugere-se maior fiscalização destes produtos alimentícios e suas informações rotuladas.

Palavras-chave: Batata chips; Cinzas; Cloreto de sódio; Lipídios; Sódio

INTRODUÇÃO

A batata é um dos principais alimentos utilizados pela raça humana, sendo este consumido por mais de um bilhão de pessoas no mundo (1). A batata é vista como o vegetal mais importante, com uma produção anual de aproximadamente 3,5 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 130 mil hectares (2).

De acordo com dados divulgados pelo Banco de Dados Estatísticos Corporativos da *Food and Agriculture Organization* (FAOSTAT), a produção mundial total de batatas em 2018 foi de 423 milhões toneladas métricas. A China foi de longe o maior produtor, respondendo por 26,3% da produção mundial. O Brasil, por sua vez, ocupou a 20ª posição no ranking mundial, com cerca de 3,8 milhões de toneladas (3).

A batata é conhecida pelo nome científico *Solanum tuberosum* L., é uma planta cultivada da família *Solanaceae*, com mais de 2000 espécies. A mesma possui caules aéreos herbáceos, clorofilados e apresenta raízes que são originadas na base e possui mais dois tipos de caules subterrâneos, sendo os estólons, que são desenvolvidos horizontalmente e os tubérculos que são as partes de valor econômico, alimentar e também a forma predominante de propagação da planta (1).

Os maiores produtores da *Solanum tuberosum* L. são os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia e Goiás, dentre estes, os estados de Goiás e Bahia apresentam o maior rendimento por hectare (4).

No Brasil, as principais variedades de batata farinhenta são: Bintje, Caesar, Catucha, Cota e Markies. Essas batatas possuem a propriedade de serem adequadas para o preparo, onde as mesmas necessitam ser macias por dentro e crocantes por fora, como batata frita e seus derivados como: *chips*, *frenchfries* ou palito (5).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (6), cada 100 gramas de batata são compostos por 6mg de sódio, 421 mg de potássio, 0,1g de gorduras totais, 17g de carboidratos e 2g de proteína, apresentando 77 calorias, porém, demonstra-se um aumento no valor calórico após o processo de industrialização.

Segundo a ANVISA (7), há um aumento do teor de ácidos graxos (gorduras) e também de sódio no processo de industrialização. Além disso, as gorduras vegetais hidrogenadas também são utilizadas no processo de fritura. Este tipo de gordura está relacionado com o aumento da incidência de doenças cardiovasculares e crônicas degenerativas, ainda assim influenciando no crescimento intrauterino, obesidade e doenças inflamatórias (8).

Segundo Silva (9), em 100g de batata cozida apresenta em média um total de 85kcal, sendo este valor, menor que na mesma quantidade de arroz. Por conta disso, além de seus nutrientes, a mesma é um bom alimento para ser introduzido em uma dieta balanceada, porém, conjunto a isto, a batata frita é a forma preferida da população consumidora, o que contradiz os valores proteicos, pois, em contato com o óleo e os processos de adição de sal, torna-se prejudicial para a saúde e com um valor calórico bem elevado.

Esta ingestão maior de alimentos com valores calóricos mais altos e adicionados de sal são relacionados ao mundo moderno, onde a vida cotidiana se mostra mais corrida, os indivíduos necessitam trabalhar mais, exercer mais atividades e em consequência disso possuem menos tempo disponível para realização de tarefas domésticas que antes eram simples. Alguma novidade com o objetivo de possibilitar a diminuição do tempo de

execução da mesma é bem vista pelos consumidores, uma dessas grandes revoluções e invenções na cozinha moderna foi a comercialização (10).

Ainda no que tange essas alternativas de produtos alimentícios da sociedade pós-moderna, estas têm em comum oferecer alimentos com facilidade de preparo, armazenamento e transporte, tornando-os ainda mais atrativos pelos seus rótulos e a publicidade envolvida, dessa forma, apresentam como resultado final um consumo excessivo. Este consumo elevado pode ser responsável pelas doenças e morbidades que afetam a saúde do indivíduo moderno (11, 12, 13).

O produto final deste processo acarreta em inúmeros malefícios à saúde, devido a elevada taxa de sódio e alterações no perfil lipídico, o que pode contribuir para o surgimento de algumas patologias, tais como as doenças coronarianas, obesidade, diabetes, hipertensão, dentre outras. Por tanto, faz-se necessário estudos mais aprofundados.

Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros químicos de batatas fritas industrializadas e comercializadas na cidade de Sobral – CE, por saber que este é um alimento mundialmente consumido por todas as faixas etárias e acessível a todas as classes sociais. Devido ao processo de fritura, as batatas incorporam o óleo e também ocorre a adição de sal.

METODOLOGIA

O presente estudo teve natureza experimental e explicativa, fazendo uso de uma abordagem quantitativa, onde foram analisados parâmetros químicos de batata frita industrializada.

A pesquisa foi realizada no período de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Centro Universitário INTA - UNINTA, localizado na cidade de Sobral - CE.

Amostragem

Foram estudadas 3 distintas marcas de batatas fritas industrializadas do tipo chips comercializadas no comércio varejista da cidade de Sobral – CE. De cada marca foram analisadas 3 unidades de 50g, fazendo um total de 9 amostras (Quadro 1). Após a coleta as amostras foram transportadas ao Laboratório de Bromatologia do Centro Universitário INTA - UNINTA para análise.

Quadro 1 – Amostras de batatas em relação a marca.

Batatas fritas Tipo Chips		
Marca A	Marca B	Marca C
A1	B1	C1
A2	B2	C2

A2	B3	C3
----	----	----

Fonte: Autoria Própria (2020).

Análises Químicas

Todas as análises foram realizadas em triplicata e foi seguido a metodologia descrita no Instituto Adolfo Lutz – IAL (14).

Determinação do teor de lipídeos

Foram pesados aproximadamente 5 g da amostra em papel de filtro, logo em seguida foram amarrados com fio de lã previamente desengordurado. O papel de filtro amarrado foi transferido para o aparelho extrator do tipo Soxhlet (Figura 1).

Figura 1 – Aparelho extrator tipo Soxhlet.



Fonte: autoria própria (2020).

Em seguida, foi acoplado ao extrator um balão de fundo chato previamente tarado a 105°C e adicionado hexano P.A em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio. Além de adaptar a um refrigerador de bolas. Foi mantido sob aquecimento em chapa elétrica, à extração contínua por 8 horas (quatro a cinco gotas por segundo), em seguida retirado o cartucho ou o papel de filtro amarrado, destilando o hexano para posterior transferência do balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105°C, mantendo-o por cerca de uma hora.

Logo após foi resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e, posteriormente realizada a pesagem final. O teor de lipídeos foi calculado utilizando a equação abaixo:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{lipídios ou extrato etéreo por cento m/m.}$$

Onde:

N = n° de gramas de lipídios;

P = n° de gramas da amostra;

Determinação do teor de cinzas

Foram pesados aproximadamente 5g da amostra em cadinhos de porcelana previamente aquecidos em mufla a 550°C, resfriados em dessecador até a temperatura ambiente e pesados. A amostra foi incinerada em mufla a 550°C até a eliminação completa do carvão, ou seja, até que não haja nenhum preto. As cinzas ficaram brancas ou ligeiramente acinzentadas. Em seguida, foram colocadas para secar e incineradas (Figura 2).

Figura 2 – Forno Mufla.



Fonte: autoria própria (2020).

Após a completa incineração foram resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente e, posteriormente foi feita a pesagem final.

O teor de cinzas foi calculado utilizando a equação abaixo:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{cinzas por cento m/m}$$

Onde:

N = n° de gramas de cinzas;

P = n° de gramas da amostra;

Determinação do teor de cloreto de sódio

As cinzas obtidas foram esfriadas e em seguida foi adicionado 30 ml de água destilada aquecida a aproximadamente 80 °C. Foi agitada com bastão de vidro e posteriormente a solução foi transferida com auxílio de um funil para um balão volumétrico de 100 ml. O cadinho, o bastão de vidro e o funil foram lavados com mais duas porções de 30 ml de água quente. As águas de lavagem foram transferidas para o balão volumétrico e, em seguida este balão foi esfriado e o volume foi completado com água destilada a temperatura ambiente, logo depois, uma alíquota de 10 ml foi transferida, com o auxílio de uma pipeta volumétrica, para um frasco Erlenmeyer de 125 ml. Foram adicionadas ao Erlenmeyer 3 gotas da solução de cromato de potássio a 10%, como indicador e, logo em seguida iniciada a titulação com solução de nitrato de prata 0,1 M, até o aparecimento de uma coloração vermelho-tijolo.

O teor de cloreto de sódio foi calculado utilizando a equação abaixo:

$$\frac{V \times f \times 0,584}{P} = \text{cloretos, em cloretos de sódio, por cento m/m}$$

V = nº de ml da solução de nitrato de prata 0,1 M gasto na titulação

f = fator da solução de nitrato de prata 0,1 M

P = nº de g da amostra na alíquota utilizada para a titulação.

Determinação de sódio

O sódio foi determinado pela razão de massa molar. Levando em consideração que um mol de cloreto de sódio (NaCl) possui massa de 58 gramas, e que o mesmo contém um mol de sódio (Na), com massa de 23 gramas.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados utilizando o software SISVAR versão 5.6 gratuita (15) e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de lipídios

Os teores lipídicos das amostras estudadas estão expostos na Tabela 1 e, como pode ser observado não houve diferença estatística entre as amostras estudadas.

Tabela 1 - Teor de lipídios presente nas amostras de batatas tipos chips.

Amostras	% de Lipídios
A	37,54 ^a ± 8,22
B	34,70 ^a ± 4,70
C	37,98 ^a ± 4,48

Fonte: Autoria própria (2021).

Média com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa $p < 0,05$. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa para $p < 0,05$.

Em todas as amostras estudadas para o teor de lipídios houve divergência em relação ao valor informado no rótulo, onde a menor exibia no rotulo um valor de 19,2% e a maior 25,8%, onde quando analisadas os valores divergiram significativamente com o informado.

Silva et al. (16), realizaram um estudo analisando o teor de lipídeos em batata palito convencional, palito congelada e a batata palha fritadas em óleo de soja. Observaram que as amostras apresentaram 13,86% de lipídeos, valores inferiores aos obtidos neste estudo, pois nas amostras aqui estudadas o valor obtido foi bastante elevado quando comparado, na amostra A que foram utilizados óleo vegetal de palma e soja, juntos. Na amostra B, apresenta usar óleo vegetal de girassol. Já na amostra C, em sua embalagem diz ser usado óleo de girassol, ainda assim a mesma complementa o uso de óleos ao dizer na sua embalagem “toque de azeite” o que sugere ser regadas com azeite após estarem prontas, sendo talvez, por esse motivo a amostra com maior quantidade de lipídios.

No que diz respeito ao consumo de calorias, batatas fritas no óleo de girassol apresentam melhor opção para consumo com menor teor de lipídios absorvidos. Já as batatas fritas em óleos de soja possuem um elevado valor calórico, pois no momento da fritura o óleo tende a ser mais absorvido pela batata, causando assim uma maior retenção calórica.

Isso se explica devido a relação das batatas congeladas comercializadas, como relatam Jesus et al. (17) quando as mesmas são fritas em óleo de soja e resultam em um valor de 17,5% para lipídios, enquanto que ao ser utilizado o óleo de girassol o teor de lipídios apresentados é de 11,2%.

Esses resultados vão de encontro com a última recomendação da OMS que se refere ao consumo de 30% do valor total de lipídios, ou seja, uma pessoa que consome 1000 calorias por dia, cerca de 30% destas calorias corresponde ao macronutriente lipídeo. Ao consumir um pacote pequeno de 50 gramas, o valor já excede o recomendado. No dia a dia de uma pessoa com sua rotina sobrecarregada facilmente esses tipos de alimentos são consumidos em larga escala, colocando em risco sua saúde devido a grande quantidade de calorias consumidas.

Teor de cinzas (minerais)

O teor de minerais encontrados nas batatas chips analisadas estão expostos na Tabela 2. Todas as amostras apresentaram valores acima da especificação declarada no rótulo.

Tabela 2 – Teor de minerais presente nas amostras de batatas tipos chips,

Amostras	% de Cinzas
A	4,23 ^a b ± 0,30*
B	3,29 ^a ± 0,34*
C	4,79 ^b ± 1,81*

Fonte: Autoria própria (2021).

Média com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa $p < 0,05$. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa para $p < 0,05$. * Desvio padrão da média.

Para as amostras estudadas o teor de cinzas apresentou divergência em relação aos valores encontrados no estudo de Brito et al. (18), no qual foi observado uma quantidade de cinzas entre 1,23%, para os chips, 0,31% para a batata in natura e 3,07% nos chips temperado. Já na análise realizada no presente estudo teve valores de 3,29% a 4,79%, valores que divergiram dos encontrados neste estudo.

Já corroborando com o atual estudo, Winter et al. (19) avaliaram a composição nutricional de batatas palha, onde encontrou valores diferentes, entre 2,14% a 5,31% de cinzas. Valores mais próximo aos encontrados neste estudo, sendo que a menor taxa de cinzas encontradas aqui foi de 3,29% e máxima de 4,79%.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (20) registra um valor de cinzas para batata chips de 3,9 g/100g, no qual sugerem este valor como o máximo de cinza em batatas chips e divergem com os dados analisados e achados da atual pesquisa.

Análise de cloreto de sódio e sódio

Na Tabela 3 é possível verificar os percentuais de cloreto de sódio (NaCl) e de sódio (Na) das amostras estudadas, além de apresentar também o teor de sódio declarado no rótulo das amostras estudadas.

Tabela 3 – O teor de cloreto de sódio e sódio presente nas amostras de batatas tipos chips.

Amostras	% NaCl	% de Na	Valor informado no Rótulo (%)
A	2,46 ^b ± 0,22*	0,96 ^b ± 0,08*	0,129
B	1,47 ^a ± 0,21*	0,57 ^a ± 0,08*	0,125
C	2,37 ^b ± 0,11*	0,93 ^b ± 0,04*	0,096

Fonte: Autoria própria (2021).

Média com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa $p < 0,05$. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa para $p < 0,05$. * Desvio padrão da média.

A análise dos resultados de sódio mostrou que as três marcas apresentaram valores fora da especificação declarada no rótulo, todas apresentaram por meio da análise realizada, terem porcentagens de até duas vezes mais de sódio.

O fato de o sódio estar presente em boa parte da alimentação humana, existe a preocupação com os problemas que o seu consumo em excesso pode causar. No Brasil o consumo de sal pela população é muito superior ao recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é de 5g/dia. Portanto, para a diminuição de sódio nos alimentos é necessário verificar se a quantidade de sódio indicada na embalagem condiz com a quantidade adicionada no mesmo (21).

De acordo com o estudo de Buzzo et al. (22) existem teores elevados de sódio em alimentos industrializados consumidos pela população do Brasil. Estes teores aumentados corroboram com os resultados deste presente estudo e que revelam, desse modo, a importância de executar uma implementação e manutenção de programas de

monitoramento de alimentos no país, fornecendo assim uma ferramenta para auxiliar as indústrias produtoras nesse controle de adição de sódio nos produtos industrializados. Se houvesse um recurso como esse, poderia dispor de dados para recomendar às autoridades competentes uma introdução de dispositivos legais de valores restritivos de adição de sódio no processamento de tais alimentos, garantindo dessa forma uma oferta mais saudável para alimentação da população, com objetivo de promover uma saúde pública adequada.

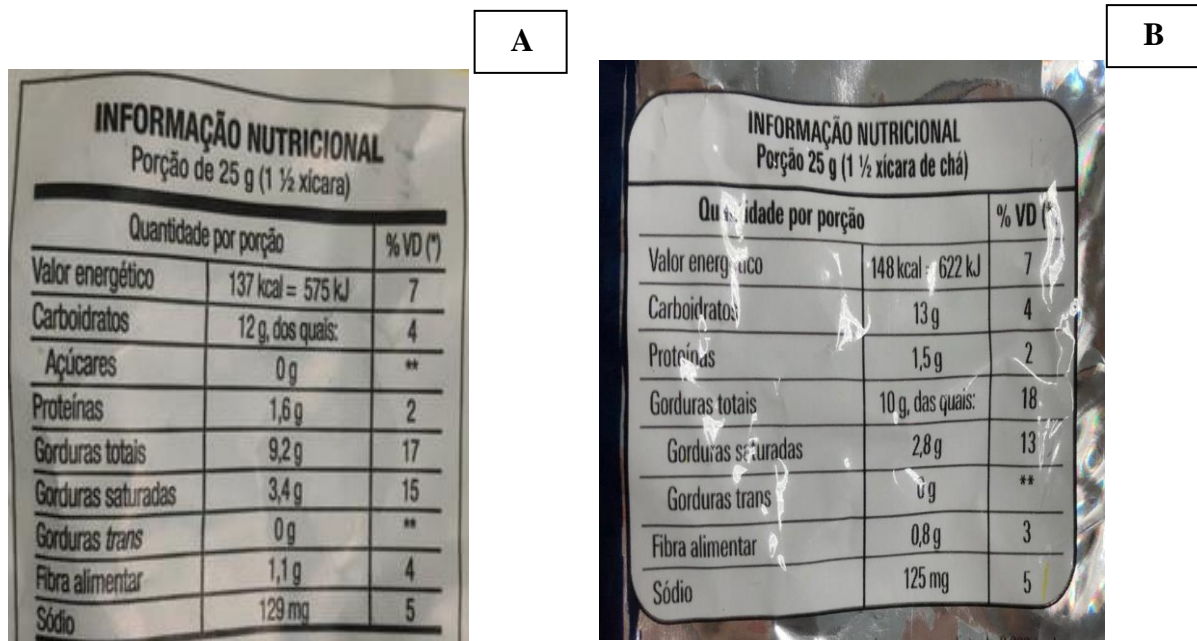
O elevado consumo de sódio é um importante fator relacionado a doenças cardiovasculares e renais na população adulta brasileira. Um estudo realizado por Araujo et al., (2012) demonstraram que a dieta do brasileiro vem apresentando maior participação de alimentos processados, com ingestão de sódio acima do tolerável em mais de 70 % na população adulta brasileira para ambos os sexos (22).

Resultados parecidos foram encontrados no estudo de Andrade e Jesus (23), que ao analisarem os teores de sódio em batata chips e salgadinhos cereais extrusados, observaram que 35% das amostras estudadas estavam com os valores de sódio superiores aos apresentados em seus rótulos e recomendado pela legislação. Estes ainda adicionam que é de suma importância uma fiscalização das indústrias de alimentos para que as rotulagens nutricionais sejam seguidas de acordo com a legislação em vigência.

Avaliação da informação nutricional nos rótulos das embalagens

A Figura 3 apresenta a informação nutricional presente nos rótulos das amostras estudadas.

Figura 3 - Informação nutricional presente nos rótulos das amostras estudadas.



C

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 25 g (1 ½ xícara)		
QUANTIDADE POR PORÇÃO		% VD(*)
VALOR ENERGÉTICO	138 kcal = 580 kJ	7
CARBOIDRATOS	12 g, dos quais:	4
AÇÚCARES	0 g	**
PROTEÍNAS	1,6 g	2
GORDURAS TOTAIS	9,1 g	17
GORDURAS SATURADAS	1,1 g	5
GORDURAS TRANS	0 g	**
FIBRA ALIMENTAR	0,6 g	2
SÓDIO	96 mg	3
POTÁSSIO	264 mg	**

Fonte: Autoria própria (2021).

Todos os itens analisados na presente pesquisa demonstraram erros em seus valores expressados nos rótulos em relação aos lipídeos, cinzas, cloreto de sódio e sódio. Tais resultados se mostram semelhantes aos obtidos por Oliveira (24) que mostra em sua pesquisa, com o objetivo analisar a composição nutricional da batata tipo chips, o mesmo constatou irregularidades nas amostras de batatas para todos os itens contido no rótulo.

Ressalta-se que as rotulagens dos alimentos apresentam um papel muito importante na educação alimentar e nutricional do consumidor do mesmo. É dessa forma que a leitura do rótulo oportuna ao comprador a seleção de produtos adequados para a sua realidade. Neste processo é válido enfatizar amplamente a leitura, assim como também de ter atenção às orientações nutricionais corretas com o objetivo de estimular a capacidade de selecionar os alimentos mais saudáveis e também que atendem as suas necessidades metabólicas e fisiológicas (25).

Todas as marcas analisadas aqui apresentaram erro para algum tipo de nutriente. Além disso, corroborando com os achados de Rodrigues et al. (26), ao analisarem a rotulagem de batatas-palha, relataram resultados discrepantes para diversos nutrientes, como sódio, com erro de até 51% acima do tolerado em 67% das marcas. Estes resultados, reforçados pelos autores, dão indícios de falta de padronização na fabricação de tais produtos e que estão em desconformidade com lei no 8078, do Código de Defesa do Consumidor, regulamentada em 1990, prevê, no Art.19º, que: “os fornecedores respondem solidariamente pelos vícios de quantidade do produto, sempre que respeitadas as variações decorrentes de sua natureza, seu conteúdo, for inferior às indicações constantes do recipiente, da embalagem, rotulagem ou mensagem publicitária”.

Como forma de informar o consumidor, uma delas são as Instituições Nacionais de Ciências da Saúde, desde que sejam apresentadas de forma correta. Segundo a Anvisa, é considerada uma instituição (INC) dessas quaisquer representações que afirme ou sugira, ou até mesmo que implique que certo alimento possui propriedades nutricionais particulares, onde em especial e não somente, em relação ao seu valor calórico/energético,

ao seu conteúdo de proteínas, gorduras, carboidratos e fibras alimentares, assim como também ao seu conteúdo de vitaminas e minerais (27).

Muitas irregularidades para lipídeos, cinzas e sódio foram encontradas em relação às informações nutricionais nos rótulos de todas as embalagens analisadas, o que indica que as indústrias de alimentos avaliadas não estão atendendo ou não tem conhecimento sobre as normas regulamentadoras.

CONCLUSÃO

As análises dos resultados apresentaram teores bastante expressivos de lipídios, cinzas e sódio de acordo com a rotulagem nutricional, com um elevado percentual de adequação quando comparados as recomendações diárias da OMS, que é de 5g diários de sódio e esse excesso traz complicações para a saúde que podem perdurar por muitos anos ou até mesmo a vida toda, como a hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e renais. Este é um dado alarmante, pois o consumo desses produtos em quantidades elevadas ultrapassa recomendações diárias por pessoa.

Além disso, estes resultados sinalizam para que haja uma maior fiscalização das autoridades em saúde para esses produtos alimentícios quanto as informações presentes nos rótulos, bem como no estímulo a adoção de medidas eficazes para o enfrentamento desta problemática com a realização de trabalhos com intuito de auxiliar na interpretação de informações que vem descrita nos rótulos.

REFERÊNCIAS

1. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de produção da batata [Internet]. 2015 [acesso em 2020 Ago 01]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132923/1/Sistema-de-Producao-da-Batata.pdf>.
2. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Em junho, IBGE prevê alta de 2,5% na safra de 2020 [Internet]. 2020 [acesso em Acesso em 2020 ago 12] Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28224-em-junho-ibge-preve-alta-de-2-5-na-safra-de-2020>.
3. FAOSTAT. Potato offals [item]. 2018 [acesso em 2020 Ago 12]. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>.
4. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa agropecuária municipal [Internet]. 2009 [acesso em 2020 Jun 08]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2009/tabelas_pdf/tabela_02.pdf.
5. ABBA – Associação Brasileira de Batata. Quem define as variedades de batata no Brasil? Batata Show. A rev. da bat. 2020;19(55).

6. USDA. United States Department of Agriculture [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Jul 22]. Disponível em: <http://www.usda.gov>.
7. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Relatório de Análise de Impacto Regulatório sobre Ácidos Graxos Trans em Alimentos [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Ago 12]. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4379119/Analise+de+Impacto+Regulatorio+-+Gorduras+Trans.pdf/8d3320eb-16d7-41a9-b04b-6c49b284be78>>.
8. Hissanaga VM, Proença RP da C, Block JM. Ácidos graxos trans em produtos alimentícios brasileiros: uma revisão sobre aspectos relacionados à saúde e à rotulagem nutricional. *Rev Nutr.* 2012;25(4):517–30.
9. Silva RS. Batata na dieta [Internet]. 2011 [acesso em 2021 Jan 05]. Disponível em: <<http://maisequilibrio.com.br/nutricao/batata-na-dieta-2-1-1-662.html>>.
10. Ramos R, Rodrigues A, Ruffo J. Vegetais congelados apresentam oportunidades para produtores rurais e processadores. *Horti. Bra.* 2013;11(122):7–42.
11. Teixeira GLSB, de Farias DMA, Macário YC, da Silva AN, de Sena Vieira R, da Silva Nascimento J. Teores de sódio, açúcares e lipídeos de alimentos infantis comercializados no município de Caruaru-PE. *Revista Eletrônica da Estácio Recife.* 2015;1(1):1—10.
12. Teixeira SM, Chiconatto P, Mazur CE, Schmitt V. Alimentos consumidos por crianças em idade escolar: análise das tabelas nutricionais. *RBONE [Internet].* 5º de fevereiro de 2017;11(67):531-40.
13. Toloni MH de A, Longo-Silva G, Konstantyner T, Taddei JA de A. Consumo de alimentos industrializados por lactentes matriculados em creches. *Revista Paulista de Pediatria.* 2014; 32 (1):37–42.
14. IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Ministério da Saúde; 2008.
15. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciênc agrotec.* 2015;35(6):1039–1042.
16. Silva MR, Cerqueira FM, Silva PRM da. Batatas fritas tipo palito e palha: absorção de gordura e aceitabilidade. *Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr.* 2003; 26:51– 62.
17. Jesus JHD, Santos CAD, Lima RRO, Brondani F, Minetto M. Teor de Lipídios da Batata Pré-Frita: Fritura em Diferentes óleos. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente.* 2016;7 (1):151– 164.

18. Brito CM, Boitrago WJ, Almeida ES, Melo CMT, Queiroz CRA dos A. Elaboração e caracterização de chips de batata jicama (*Pachyrhizus erosus*). Extensão Rural: Práticas e Pesquisas Para o Fortalecimento da Agricultura Familiar. 2021;1:281–96.
19. Winter CMG, Yamamoto CI, Baggio SR, Moreira JT, Freitas RJS de. Determinação de ácidos graxos trans em batata palha comercializada na cidade de Curitiba, PR. Bol Centro Pesq Process Aliment. 2006; 24 (2) :475–89.
20. TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – TACO. 2. ed. Campinas – SP: Book editora; 2011.
21. Mill JG, Malta DC, Machado ÍE, Pate A, Pereira CA, Jaime PC, et al. Estimativa do consumo de sal pela população brasileira: resultado da Pesquisa Nacional de Saúde 2013. Revista Brasileira de epidemiologia. 2019; 22.
22. Buzzo ML, Carvalho M de FH, Arakaki EEK, Matsuzaki R, Granato D, Kira CS. Elevados teores de sódio em alimentos industrializados consumidos pela população brasileira. Rev Inst Adolfo Lutz. 2014;73(1):32-9.
23. Andrade ECB, Jesus DC. Avaliação dos teores de sódio em batatas chips e salgadinhos extrusados. Higi. ali. 2008; 22 (167):85–89.
24. Oliveira M de C. Composição nutricional e perfil de ácidos graxos de batatas chips e snacks extrusados [Dissertação]. São José do Rio Preto: Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2009.
25. Garcia PPC, Carvalho LP da S. Análise da rotulagem nutricional de alimentos diet e light. Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde. 2011;15(4).
26. Rodrigues HF, da Silva LFM, Ferreira KS, dos Santos Nogueira F. Avaliação de rotulagem nutricional, composição centesimal e teores de sódio e potássio em batatas-palha. Revista do Instituto Adolfo Lutz. 2010; 69 (3) :423–7.
27. BRASIL - Organização Pan-Americana da Saúde/Opas. Doenças crônicas não transmissíveis causam 16 milhões de mortes prematuras todos os anos [Internet]. 2015 [acesso em 2021 Jan 24]. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=4766:doencas-cronicas-nao-transmissiveis-causam-16-milhoes-de-mortesprematu-ras-todos-os-anos&Itemid=839>.

Capítulo 35

RESVERATROL: UMA REVISÃO SOBRE O POLIFENOL E SEUS EFEITOS ANTIDIABÉTICOS

Lívia Neves Santa Rosa^{ID}; Jaqueline de Paula Rezende^{ID}; Ana Clarissa dos Santos Pires*^{ID}

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: ana.pires@ufv.br

Resumo: Os polifenóis, derivados de plantas, são considerados os compostos bioativos mais amplamente difundidos. O resveratrol, uma fitoalexina produzida por plantas em resposta a injúrias, é um dos representantes desse grupo de moléculas bioativas e pode ser encontrado nas formas cis e trans, sendo a forma trans reconhecida por suas propriedades funcionais. Entre essas propriedades estão efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, antiplaquetários, imunomoduladores, anti-hiperlipidêmicos, anticancerígenos, neuroprotetores, entre outros. A primeira associação feita entre benefícios à saúde e o consumo de resveratrol foi através do “Paradoxo Francês”, nome dado ao fenômeno vivenciado por franceses que possuem uma dieta rica em gordura e apresentam baixo índice de doenças cardíacas devido ao tradicional consumo de vinho. Como antidiabético, o resveratrol é capaz de melhorar a resistência à insulina, aumentar a captação de glicose, preservar células pancreáticas e inibir enzimas da digestão de carboidratos. O objetivo desta revisão é elencar algumas informações importantes a respeito do resveratrol e mostrar alguns estudos científicos que foram realizados com o intuito de comprovar e esclarecer os mecanismos do efeito antidiabético do resveratrol.

Palavras-chave: compostos bioativos; diabetes; polifenóis; resveratrol.

INTRODUÇÃO

Devido ao crescente número de pessoas com problemas de saúde como diabetes, hipertensão arterial e obesidade, a preocupação com a alimentação vem aumentando e as pessoas estão dando preferência a alimentos que contêm compostos bioativos, ou seja, que vão desempenhar algum efeito benéfico à saúde (1). Além da ingestão de bioativos por meio da dieta, a suplementação está se tornando cada vez mais comum e o interesse por parte da população nestes compostos vem motivando novos estudos e aplicação de diversos bioativos em produtos.

Uma importante classe de bioativos são os polifenóis, compostos funcionais derivados de plantas, sendo considerado o grupo mais numeroso e amplamente distribuído de moléculas bioativas. O monômero comum nos diversos polifenóis é o anel fenólico e este grupo de moléculas pode ser classificado em agliconas ou glicosídeos de acordo com ausência ou presença de açúcares em sua estrutura, respectivamente (2). Outra forma de classificação dos polifenóis é de acordo com sua estrutura de carbono, podendo ser fenóis simples, derivados de ácidos fenólicos, estilbenos, lignanas, flavonóides, taninos, cumarinas e antraquinonas (3).

Um desses compostos é o resveratrol, um estilbeno produzido por várias plantas, que atua como fitoalexina desempenhando um papel importante na defesa das plantas em resposta a injúrias e ataque de patógenos, como bactérias ou fungos (4). O resveratrol é conhecido por apresentar diversas propriedades benéficas à saúde, como seus efeitos antidiabéticos (1), e por isso se tornou um composto de interesse em estudos científicos e para as indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia. O objetivo desta revisão é abordar alguns aspectos a respeito das propriedades físico-químicas do resveratrol, seu metabolismo e toxicidade, fontes e seus efeitos na saúde, com foco nos efeitos antidiabéticos.

ESTRUTURA E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

O resveratrol (3,4',5-trihidroxistilbeno) é um polifenol pertencente à família dos estilbenos, que consistem em um esqueleto de carbono C6–C2–C6 (1,2-difeniletileno), sendo o resveratrol um derivado hidroxilado dessa estrutura (5). Sua estrutura química, apresentada na Figura 1, consiste em dois anéis aromáticos ligados por uma ponte de metileno. O resveratrol ocorre naturalmente nas formas isoméricas trans e cis, sendo que as principais propriedades benéficas à saúde são atribuídas à forma trans da molécula (6,7). Nas plantas, normalmente é encontrada a forma trans, que é considerada mais estável que a forma cis. Porém, a estabilidade do resveratrol é limitada pois a forma trans é suscetível à isomerização induzida pela luz visível, calor ou pela radiação UV (3,8).

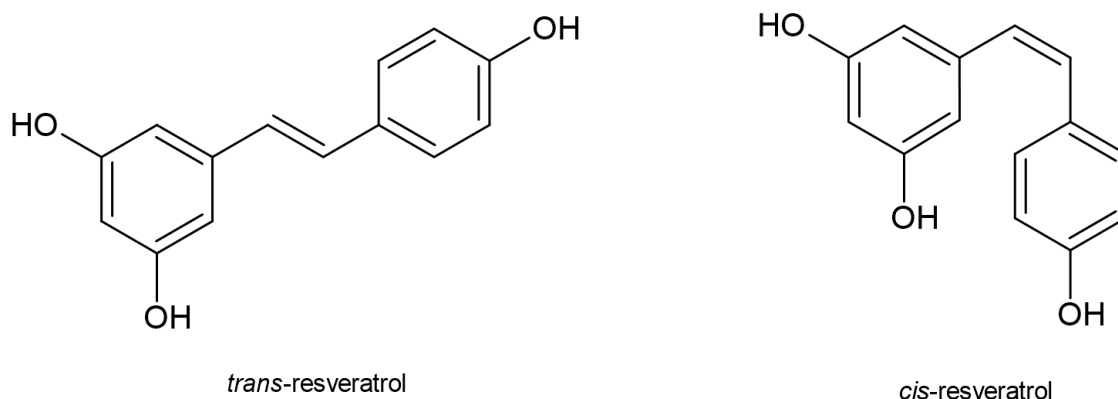


Figura 16 – Estrutura química do *trans-resveratrol* e do *cis-resveratrol*. Fonte: autoras.

O resveratrol, de fórmula molecular $C_{14}H_{12}O_3$, apresenta massa molecular igual a $228,24 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Em temperatura ambiente ($20\text{-}25 \text{ }^\circ\text{C}$), o resveratrol se encontra no estado sólido, na forma de um pó esbranquiçado. Sua fusão ocorre na faixa de temperatura de $253\text{-}255 \text{ }^\circ\text{C}$. É uma molécula com características lipofílicas, portanto, pouco solúvel em água ($3 \text{ mg}\cdot 100 \text{ mL}^{-1}$) e com boa solubilidade em solventes orgânicos como o etanol e o dimetil sulfóxido (DMSO) ($50 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ e $16 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectivamente) (9). Além dessas características, o resveratrol pode sofrer isomerização de *trans* para *cis* quando exposto a temperaturas acima de $75 \text{ }^\circ\text{C}$ (10). Suas propriedades de solubilidade e baixa estabilidade ao calor justificam o uso de estratégias, como por exemplo seu encapsulamento, que vão preservar a sua estrutura química e funcionalidade, possibilitando a veiculação de resveratrol em formulações alimentícias, farmacêuticas e cosméticas (11).

METABOLISMO E TOXICIDADE

Huang e colaboradores (12), verificaram que quando administrado por via oral, ao menos 70% do resveratrol ingerido é absorvido. Já para a administração intravenosa a porcentagem de absorção é maior, visto que a concentração de resveratrol no sangue se torna maior por essa via. Ainda neste trabalho, observaram que o resveratrol é rapidamente absorvido, devido à sua baixa massa molecular, principalmente no intestino por difusão passiva. Já nos enterócitos intestinais, o resveratrol é acoplado ao ácido glucurônico ou ácido sulfúrico para produzir conjugados destes ácidos no fígado, que são os principais metabólitos do resveratrol. Esses metabólitos possuem maior solubilidade em água do que o resveratrol. Os conjugados exibem atividade antioxidante, mas a sulfatação pode reduzir a biodisponibilidade do resveratrol. O resveratrol é excretado através da urina na forma de diversos metabólitos, dentre os quais se destacam o *trans* e/ou *cis*, monossulfato e dissulfato, sulfonilureia, monofluorureia, difluorureia e dihidro-resveratrol (12).

Doses de resveratrol de $5 \text{ g}/\text{dia}$ durante o período de um mês são reconhecidas como seguras e bem toleradas (6). Por outro lado, alguns estudos relatam que altas dosagens de resveratrol têm efeitos tóxicos *in vivo*, como por exemplo a inibição sistêmica de citocromos P450, que são um complexo grupo de proteínas capazes de oxidar diversos compostos com o intuito de torná-los mais hidrossolúveis no organismo. Outros

efeitos indesejados são a possibilidade de interação com medicamentos, podendo atenuar suas atividades (8), e sintomas gastrointestinais leves a moderados (11).

FONTES

O resveratrol é um polifenol amplamente encontrado em espécies de plantas, sendo identificado em mais de 70 espécies (3). Em relação às fontes comestíveis, o resveratrol pode ser encontrado em uvas, amendoim, mirtilo, cranberry (4), amora, romã, pistache e chocolate (6). Algumas fontes de resveratrol e sua concentração encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 2 – Fontes vegetais de resveratrol.

Família	Gênero	Espécie	Concentração (µg.g ⁻¹)
Vitaceae	<i>Vitis</i> L.	<i>V. vinifera</i> L. (uva)	36,60 (fruto)
		<i>A. cantoniensis</i> K. Koch (caule)	10,40
	<i>Ampelopsis</i> Michaux	<i>A. japonica</i> Makino (raiz)	1,00
		<i>M. alba</i> L. (amora branca)	7,95 (fruto)
Moraceae	<i>Morus</i> L.	<i>M. nigra</i> L. (amora preta)	1,10 (raiz)
			1,10 (raiz)
Leguminosae	<i>Arachis</i> L.	<i>A. hypogaea</i> Linn. (amendoim)	15,00 (fruto)
Polygonaceae	<i>Rheum</i> L.	<i>Rheum nanum</i> Siev. ex Pal1	1,20 (raiz)
Ranunculaceae	<i>Paeonia</i> L. (peônias)	<i>P. suffruticosa</i> Andr (fruto)	17,00
		<i>P. suffruticosa</i> Andr. var. <i>papaveracea</i> Kerner	870,00 (semente)
		<i>S. jambos</i> (L.) Alston (jambo-amarelo)	4,50 (fruto)
Myrtaceae	<i>Syzygium</i> Gaertn.		
Bromeliaceae	<i>Ananas</i> Tourm. Ex Linn	<i>A. comosus</i> (L.) Merr (abacaxi)	9,12 (fruto)
		<i>V. myrtillus</i> Linn (mirtilo)	0,007 a 5,88 (fruto)

Adaptado de Tian & Liu, 2020 (4).

Além das espécies vegetais apresentadas na Tabela 1, o resveratrol encontra-se presente em alguns produtos processados em concentrações indicadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Alimentos processados considerados fontes de resveratrol.

Alimento	Concentração
Suco de cranberry	0,2 µg.mL ⁻¹
Cacau em pó	1,85 µg.g ⁻¹
Chocolate preto	0,3 µg.g ⁻¹

Chocolate ao leite	0,1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
Vinho branco	0,1 a 2,1 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$
Vinho tinto	0,1 a 14,3 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$
Pasta de amendoim	0,3 a 1,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

Adaptado de Oyenih et al, 2016 (13).

EFEITOS NA SAÚDE

A baixa mortalidade da população francesa foi associada ao tradicional consumo de vinho tinto pelos franceses. Essa associação levou ao surgimento do termo “Paradoxo Francês”, que foi criado para expressar a observação da baixa mortalidade apesar do alto risco de doenças cardiovasculares relacionados à dieta francesa que inclui queijos e carnes com altos teores de lipídeos (5,14-16). O vinho é rico em resveratrol (Tabela 2), já que a matéria-prima utilizada para sua produção é a uva. A presença desse bioativo em vinhos foi descoberta em 1992 e logo essa molécula foi relacionada a estes benefícios do consumo de vinho (13). Uma dieta rica em gordura produz radicais oxidativos em excesso quando comparada a uma dieta equilibrada. Acredita-se que o resveratrol presente no vinho reduz o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares através de um efeito antioxidante contra estes radicais oxidativos (7).

A partir desta constatação, o resveratrol e suas propriedades promotoras de saúde passaram a ser intensivamente estudados e uma série de benefícios foi relacionada ao consumo desse composto, a começar pelo efeito cardioprotetor (17-20). Além desses efeitos foram verificadas outras propriedades como efeitos antioxidantes (6,21,22), anti-inflamatórios (8,11,21), antiplaquetários (8,21), imunomoduladores (23), anti-hiperlipidêmicos (14), anticancerígenos (22,24-27), neuroprotetores (3,8,21), entre outros.

EFEITO ANTIDIABÉTICO DO RESVERATROL

O diabetes é uma doença crônica resultante de problemas na produção ou secreção do hormônio insulina pelo pâncreas levando ao aumento dos níveis de glicose no sangue. Mundialmente, o diabetes é uma das principais causas de morte e de redução na expectativa de vida, apresentando um grande impacto na saúde pública e no desenvolvimento econômico mundial (28). De acordo com a Federação Internacional de Diabetes (IDF) (29), existem mais de 530 milhões de pessoas sofrendo com o diabetes no mundo, sendo a maioria residentes em países de baixa a média renda. Se nenhuma medida de redução for tomada, a previsão é de que esse número aumente para 783 milhões até o ano de 2045, o que representará cerca de 12,2% da população mundial. Além disso, a Organização Mundial de Saúde (28) indica que cerca de 1,5 milhão de mortes por ano são atribuídas à pacientes diabéticos, com aumento constante nas últimas décadas. Portanto, diante dos impactos causados pelo diabetes, fica evidente a necessidade de ações efetivas para enfrentar e reduzir sua incidência. Nesse sentido, o resveratrol é um composto bioativo que tem demonstrado potencial para contribuir no combate ao diabetes.

Além dos efeitos citados no tópico anterior, uma importante atividade que o resveratrol exerce é o efeito antidiabético, que se manifesta de diferentes formas a serem detalhadas a seguir.

Melhora da resistência à insulina

A insulina é um hormônio que ajuda a controlar a quantidade de glicose no sangue transportando-o para o interior das células. A resistência à insulina é uma condição caracterizada pela ação reduzida do hormônio, o que leva a um aumento dos níveis de glicose no sangue. Isto pode ocorrer por diversas razões, incluindo quadros de obesidade (30). Pesquisas tem evidenciado que o consumo de resveratrol é capaz de atenuar os efeitos da resistência à insulina.

Em ratos machos diabéticos, o consumo de resveratrol na dosagem de 2,5 mg/kg/dia durante 8 semanas melhorou a sensibilidade à insulina (31). Outro teste também realizado em ratos, com dosagem de resveratrol igual a 3 mg/kg/hora administrado durante 7 horas, apontou resultados semelhantes. Além disso, esse estudo demonstrou que o uso desse bioativo pode diminuir consequências da obesidade porque o resveratrol atua na diminuição de ácidos graxos livres no fígado, que é considerada uma das razões para resistência à insulina (32).

Em um estudo realizado em humanos, 19 pacientes com *Diabetes Mellitus* tipo 2 foram divididos em dois grupos: um grupo recebeu 5 mg de resveratrol por via oral duas vezes ao dia e o outro grupo recebeu placebo. Após 4 semanas foi verificada uma diminuição significativa da resistência à insulina nos pacientes que receberam resveratrol. Acredita-se que a melhora da resistência à insulina em humanos promovida pelo resveratrol pode ser devido a uma diminuição no estresse oxidativo que causa uma sinalização mais eficiente da insulina através da via Akt (33). Outros estudos em humanos demonstraram que o consumo de resveratrol pode diminuir a concentração de glicose pós-prandial sem aumentar a produção de insulina, o que confirmaria a diminuição da resistência à insulina após administração do polifenol (12).

Aumento da captação e metabolismo da glicose

A proteína GLUT4 é uma proteína reguladora essencial para o transporte de glicose por meio da insulina. Foi verificado que animais diabéticos possuem uma menor expressão da proteína GLUT4, o que diminui a captação da glicose. O resveratrol, quando administrado em ratos em dosagens de 3 mg/kg/dia durante 7 dias, foi capaz de aumentar os níveis de GLUT4 no músculo sóleo, um músculo presente na perna (34). O mecanismo pelo qual o resveratrol estimula a captação da glicose em células ainda foi esclarecido, mas acredita-se que esteja relacionado com a ativação de PI3K (fosfoinosítídeo 3-quinase, uma família de enzimas envolvidas no metabolismo e crescimento celular) e a fosforilação de AMPK (proteína quinase ativada por monofosfato de adenosina, que desempenha papel importante na energética celular). Sabe-se que altas concentrações de resveratrol ajudam a intermediar as fosforilações de Akt (proteína quinase B, conjunto de três proteínas quinases da serina/treonina que desempenham papel no metabolismo da glicose) e AMPK, aumentando a captação de glicose em células (12).

Preservação das células β pancreáticas

Células β beta são células do pâncreas responsáveis por sintetizar e secretar insulina. Em pacientes com *Diabetes Mellitus* tipo 1, há uma destruição das células β , o que leva à uma secreção insuficiente de insulina e consequentemente hiperglicemia. O

problema relacionado a isso é que o excesso de glicose no sangue gera mais danos às células β pancreáticas, o que por consequência vai aumentar ainda mais o teor de glicose no sangue. Estudos *in vivo* mostram que o resveratrol reduz os níveis de glicose no sangue e protege as células β (35). Em um estudo com ratos fêmeas ovariectomizadas, foi verificado que a injeção subcutânea de resveratrol, em dosagens de 1 e 10 mg/kg, levou a um aumento do número de células β (36).

Outro efeito do resveratrol nas células β é através de suas características antioxidantes, capazes de inibir a formação de espécies reativas de oxigênio. As células pancreáticas em ratos diabéticos com *Diabetes Mellitus* tipo 2 possuem um alto teor de peróxidos e a administração oral de resveratrol (5 mg/kg/dia durante 30 dias) é capaz de reduzir a presença desses marcadores oxidativos (12,37).

Inibição da α -glicosidase

A α -glicosidase é uma enzima intestinal capaz de hidrolisar polissacarídeos em glicose e outros monossacarídeos. Após a hidrólise em glicose, essa é absorvida pelo intestino aumentando a glicemia pós-prandial. Inibidores de α -glicosidase são substâncias capazes de inibir parcialmente a ação da enzima levando a redução da digestão de carboidratos, diminuindo assim a glicemia. Devido a este fato, geralmente o uso de inibidores, juntamente com outros medicamentos e ajuste na dieta, é indicado para o tratamento de pacientes com *Diabetes Mellitus* tipo 2. A administração de 30 mg/kg de resveratrol 60 minutos antes do consumo de sacarose ou amido retardou a absorção dos carboidratos em um teste com ratos, resultando em redução significativa da glicemia pós-prandial. Por outro lado, a mesma dosagem de resveratrol foi administrada antes do consumo de glicose e não houve redução significativa da glicemia pós-prandial, indicando que o efeito do resveratrol nesse caso ocorre prevenindo a hidrólise dos carboidratos, isto é, inibindo a ação da α -glicosidase (27).

CONCLUSÕES

Diante da crescente preocupação dos consumidores com a saúde, o emprego de moléculas bioativas vem aumentando de forma significativa. O resveratrol apresenta propriedades que justificam sua utilização por meio das indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia. Dentre estas propriedades se destacam os efeitos antidiabéticos que a molécula desempenha. A suplementação de resveratrol em certas dosagens, é capaz de melhorar a resistência à insulina, inibir enzimas envolvidas na digestão de carboidratos, melhorar a captação e o metabolismo de glicose e contribuir para a manutenção das células pancreáticas secretoras de insulina. Assim, o resveratrol pode se tornar um grande aliado no tratamento de *Diabetes Mellitus* tipo 1 e tipo 2. Porém, ainda não são completamente esclarecidos os mecanismos envolvidos na ação do resveratrol no organismo, sendo necessárias mais pesquisas na área. Atualmente as doses utilizadas são consideradas seguras, mas ainda não há uma dosagem máxima definida para o consumo humano, de forma a maximizar os benefícios do resveratrol e limitar os possíveis efeitos de toxicidade no organismo. Portanto, a pesquisa envolvendo os efeitos antidiabéticos do resveratrol ainda é um campo da ciência que precisa ser mais explorado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

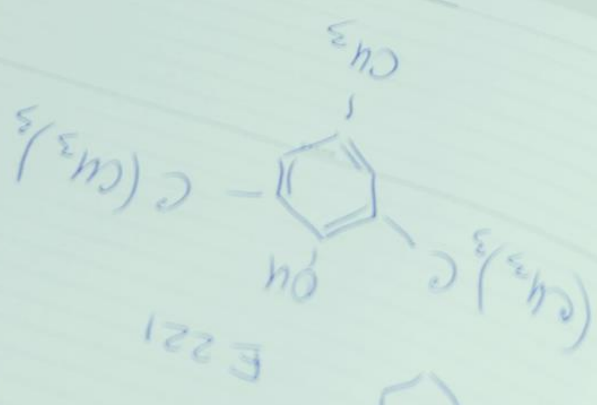
1. Mejia EG de, Zhang Q, Penta K, Eroglu A, Lila MA. The Colors of Health: Chemistry, Bioactivity, and Market Demand for Colorful Foods and Natural Food Sources of Colorants. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2020;11:10.1-10.38.
2. Xiao J. Dietary flavonoid aglycones and their glycosides: Which show better biological significance? *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2017;57(9):1874–905.
3. Santos AC, Pereira I, Pereira-Silva M, Ferreira L, Caldas M, Magalhães M, et al. Nanocarriers for resveratrol delivery: Impact on stability and solubility concerns. *Trends Food Sci Technol.* 2019;91:483–97.
4. Tian B, Liu J. Resveratrol: a review of plant sources, synthesis, stability, modification and food application. *J Sci Food Agric.* 2020;100:1392–404.
5. Vestergaard M, Ingmer H. Antibacterial and antifungal properties of resveratrol. *Int J Antimicrob Agents.* 2019;53(6):716–23.
6. Zhang LX, Li CX, Kakar MU, Khan MS, Wu PF, Amir RM, et al. Resveratrol (RV): A pharmacological review and call for further research. *Biomed Pharmacother.* 2021;143:112164.
7. Ahmad I, Hoda M. Attenuation of diabetic retinopathy and neuropathy by resveratrol: Review on its molecular mechanisms of action. *Life Sci.* 2020;245:117350.
8. Shaito A, Posadino AM, Younes N, Hasan H, Halabi S, Alhababi D, et al. Potential adverse effects of resveratrol: A literature review. *Int J Mol Sci.* 2020;21.
9. PubChem Compound Summary for CID 445154, Resveratrol. [Internet]. National Center for Biotechnology Information. 2022 [acesso em 10 Jul 22]. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/445154>
10. Guo Y, Jauregi P. Protective effect of β -lactoglobulin against heat induced loss of antioxidant activity of resveratrol. *Food Chem.* 2018;266:101–9.
11. Davidov-Pardo G, McClements DJ. Resveratrol encapsulation: Designing delivery systems to overcome solubility, stability and bioavailability issues. *Trends Food Sci Technol.* 2014;38(2):88–103.
12. Huang DD, Shi G, Jiang Y, Yao C, Zhu C. A review on the potential of Resveratrol in prevention and therapy of diabetes and diabetic complications. *Biomed Pharmacother.* 2020;125:109767.

13. Oyenihi OR, Oyenihi AB, Adeyanju AA, Oguntibeju OO. Antidiabetic Effects of Resveratrol: The Way Forward in Its Clinical Utility. *J Diabetes Res.* 2016.
14. Jeandet P, Sobarzo-Sánchez E, Uddin MS, Bru R, Clément C, Jacquard C, et al. Resveratrol and cyclodextrins, an easy alliance: Applications in nanomedicine, green chemistry and biotechnology. *Biotechnol Adv.* 2021;53.
15. de Sá Coutinho D, Pacheco MT, Frozza RL, Bernardi A. Anti-inflammatory effects of resveratrol: Mechanistic insights. *Int J Mol Sci.* 2018;19(6).
16. de Vries K, Strydom M, Steenkamp V. Bioavailability of resveratrol: Possibilities for enhancement. *J Herb Med.* 2018;11:71–7.
17. Petrovski G, Gurusamy N, Das DK. Resveratrol in cardiovascular health and disease. *Ann N Y Acad Sci.* 2011;1215(1):22–33.
18. Dyck GJB, Raj P, Zieroth S, Dyck JRB, Ezekowitz JA. The effects of resveratrol in patients with cardiovascular disease and heart failure: A narrative review. *Int J Mol Sci.* 2019;20:1–28.
19. Basharat S, Saeed A, Baig WB. Role of resveratrol in cardiovascular and associated diseases. *J Public Heal Policy Plan.* 2020;4:2–5.
20. Cheng CK, Luo JY, Lau CW, Chen ZY, Tian XY, Huang Y. Pharmacological basis and new insights of resveratrol action in the cardiovascular system. *Br J Pharmacol.* 2020;177:1258–77.
21. Salehi B, Mishra AP, Nigam M, Sener B, Kilic M, Sharifi-Rad M, et al. Resveratrol: A double-edged sword in health benefits. *Biomedicines.* 2018;6:1–20.
22. Oh WY, Shahidi F. Antioxidant activity of resveratrol ester derivatives in food and biological model systems. *Food Chem.* 2018;261:267–73.
23. Malaguarnera L. Influence of resveratrol on the immune response. *Nutrients.* 2019;11(5):1–24.
24. Jaklová Dyrtrtová J, Straka M, Bělonožníková K, Jakl M, Ryšlavá H. Does resveratrol retain its antioxidative properties in wine? Redox behaviour of resveratrol in the presence of Cu(II) and tebuconazole. *Food Chem.* 2018;262:221–5.
25. Ahmad I, Hoda M. Molecular mechanisms of action of resveratrol in modulation of diabetic and non-diabetic cardiomyopathy. *Pharmacol Res.* 2020;161:105112.
26. Jeong GH, Park EK, Kim TH. Anti-diabetic effects of trans-resveratrol byproducts induced by plasma treatment. *Food Res Int.* 2019;119:119–25.
27. Zhang AJ, Rimando AM, Mizuno CS, Mathews ST. α -Glucosidase inhibitory effect of resveratrol and piceatannol. *J Nutr Biochem.* 2017;47:86–93.

28. World Health Organization. Diabetes [Internet]. 2021 [acesso em 15 Jul 2022]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
29. IDF Diabetes Atlas 10th Edition Committee. IDF Diabetes Atlas 2021 [Internet]. International Diabetes Federation. 2021. [acesso em 15 Jul 2022]. Disponível em: <https://idf.org/e-library/epidemiology-research/diabetes-atlas.html><http://www.idf.org/about-diabetes/facts-figures>https://diabetesatlas.org/upload/resources/material/20200302_133351_IDF-ATLAS9e-final-web.pdf
30. Na HY, Lee BC. Scutellaria baicalensis alleviates insulin resistance in diet-induced obese mice by modulating inflammation. *Int J Mol Sci.* 2019;20.
31. González-Rodríguez Á, Santamaría B, Mas-Gutierrez JA, Rada P, Fernández-Millán E, Pardo V, et al. Resveratrol treatment restores peripheral insulin sensitivity in diabetic mice in a sirt1-independent manner. *Mol Nutr Food Res.* 2015;59:1431–42.
32. Pereira S, Park E, Moore J, Faubert B, Breen DM, Oprescu AI, et al. Resveratrol prevents insulin resistance caused by short-term elevation of free fatty acids in vivo. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;40:1129–36.
33. Brasnyó P, Molnár GA, Mohás M, Markó L, Laczy B, Cseh J, et al. Resveratrol improves insulin sensitivity, reduces oxidative stress and activates the Akt pathway in type 2 diabetic patients. *Br J Nutr.* 2011;106:383–9.
34. Chi TC, Chen WP, Chi TL, Kuo TF, Lee SS, Cheng JT, et al. Phosphatidylinositol-3-kinase is involved in the antihyperglycemic effect induced by resveratrol in streptozotocin-induced diabetic rats. *Life Sci.* 2007;80:1713–20.
35. Öztürk E, Arslan AKK, Yerer MB, Bishayee A. Resveratrol and diabetes: A critical review of clinical studies. *Biomed Pharmacother.* 2017;95:230–4.
36. Li Y, Huang J, Yan Y, Liang J, Liang Q, Lu Y, et al. Preventative effects of resveratrol and estradiol on streptozotocin-induced diabetes in ovariectomized mice and the related mechanisms. *PLoS One.* 2018;13:1–14.
37. Palsamy P, Subramanian S. Ameliorative potential of resveratrol on proinflammatory cytokines, hyperglycemia mediated oxidative stress, and pancreatic β -cell dysfunction in streptozotocin-nicotinamide-induced diabetic rats. *J Cell Physiol.* 2010;224:423–32.



SEGURANÇA DE ALIMENTOS



Capítulo 36

ANÁLISE CRÍTICA DO RÓTULO DE DIFERENTES PRODUTOS ALIMENTÍCIOS COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS – SC

Romaildo Santos de Sousa ^{1*}; Ana Caroline Ostwald ²;
Gustavo Wisniewski ²; Francine Oliveira Batista ³

¹ Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Eixo de Produção Alimentícia do Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Canoinhas.

² Discente do Curso Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Canoinhas.

³ Doutoranda do Programa de Pós-graduação Bionorte da Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas.

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: romaildo.sousa@ifsc.edu.br*

Resumo: As legislações de rotulagem de alimentos foram criadas com o objetivo de aumentar a segurança, a qualidade e a confiabilidade entre o produto e o consumidor. No entanto, tais medidas não são constantemente supervisionadas, tornando possível o aparecimento de irregularidades nos rótulos. Portanto, esta análise crítica teve como objetivo averiguar o cumprimento das legislações de rotulagem de alimentos industrializados, mais consumidos no País, encontrados nos mercados da cidade de Canoinhas – SC, bem como identificar a percepção dos consumidores. Foram selecionados produtos cárneos, lácteos, derivados de cereais, bebidas não alcoólicas e alimentos infantis nos mercados locais a fim de identificar as conformidades e não conformidades nos rótulos desses produtos frente às legislações vigentes. Além disso, investigou-se a compreensão dos consumidores em relação aos rótulos dos produtos alimentícios por meio de um questionário on-line. Foi possível identificar vários tipos de irregularidades, em cerca de 70,83% dos rótulos. No entanto, 6 produtos apresentaram 100% dos requisitos analisados em conformidade. Os consumidores entrevistados declaram que consomem 87% dos produtos que foram avaliados, sendo que somente 23,2% dos questionados declararam nunca terem se deparado com nenhuma falta de informação nos alimentos comprados. Portanto, através da análise crítica foi possível observar que muitas inconformidades continuam presentes nos rótulos e, assim, a fiscalização deve estar mais presente.

Palavras-chave: Consumidor; Legislação; Rotulagem; Segurança; Setor alimentício.

INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define rótulo como sendo “toda inscrição, legenda e imagem ou, toda matéria descritiva ou gráfica que esteja escrita, impressa, estampada, gravada ou colada sobre a embalagem do alimento”, de acordo com a Resolução - RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 (1). Assim, são os rótulos que informam o que o consumidor irá ingerir, evitando problemas alérgicos, intolerâncias, ingestão ou ingestão excessiva de algum nutriente ou substância em caso de restrição ou dieta, que promove uma segurança de consumo dos alimentos. Tal fato o torna importante, visto que, segundo a pesquisa realizada pela Nielsen (2), 64% dos questionados afirmaram que limitam ou não podem consumir alguns alimentos ou ingredientes e 36% dos consumidores possuem alguma alergia ou intolerância a um ou mais gêneros alimentícios em 63 países no ano de 2016.

O rótulo também tem o dever de orientar a idade mínima para consumir o alimento no caso dos lactentes e crianças na primeira infância, dando uma maior segurança na hora do responsável fornecer tal alimento para o consumo. Avisos sobre a importância do leite materno para a criança, que são igualmente obrigatórios nesses alimentos, são fornecidos com a função de embasar o consumidor que irá tomar a decisão de adquirir ou não o produto para o dependente de acordo com o Decreto nº 9.579, de 22 de novembro de 2018 (3).

Além disso, é no rótulo que se encontra a data de validade, o modo de conservar e o lote, permitindo com que o consumidor saiba como guardar o alimento e momento de descartar, prevenindo intoxicações alimentares ou outras doenças. Conforme Gonçalves et al. (4), é fundamental que as informações inseridas no rótulo sejam precisas e esclarecedoras quanto às características do alimento, evitando confusões na leitura do rótulo na hora da compra.

Devido a irregularidades na apresentação correta e adequada das informações do produto, existem uma série de legislações específicas vigentes que determinam a forma correta de elaborar os rótulos, como lista de ingredientes, alergênicos, tabela nutricional e informações de uso e validade do produto (3)(5)(6)(7). Essas normas passam por atualizações, sendo aprovadas por órgãos regulamentadores que contribuem para a manutenção e garantia da qualidade dos produtos. Em outubro de 2022, entrarão em vigor novas regulamentações para rotulagem, descritas na RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020 (7) e na Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020 (8), as quais estabelecem mudanças na legibilidade, na apresentação de informações na tabela de informação nutricional e nas condições de uso das alegações nutricionais, além de adotar a rotulagem nutricional frontal a fim de facilitar o entendimento do consumidor e proporcionar escolhas mais conscientes.

Diversos estudos indicam que a apresentação das informações quantitativas, como ingestão diária recomendada, percentual de valores diários e tamanho de porções, ainda é uma das principais dificuldades encontradas por consumidores. A compreensão de termos técnicos, como, comparação entre produtos, valores energéticos por porção ou por embalagem, entre outras, também são reportados como sendo tarefas confusas (9)(10). Tais dificuldades muitas vezes decorrem da legibilidade dos textos que, mesmo seguindo regulamentos, apresentam falhas relacionadas ao tipo e ao tamanho pequeno da fonte (10)(11).

Portanto, a análise e interpretação dos rótulos torna-se necessária para conscientizar os consumidores e as indústrias quanto a importância das informações fornecidas nos produtos alimentícios, bem como o cumprimento com a legislação. Assim, este trabalho teve como objetivo averiguar a conformidade com as legislações federais de rotulagem de alimentos industrializados, mais consumidos no País, encontrados nos mercados da cidade de Canoinhas – SC, bem como investigar a compreensão dos consumidores em relação aos rótulos dos produtos alimentícios.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Para a execução desta pesquisa de campo experimental, foram escolhidas amostras dos alimentos industrializados mais consumidos pelos brasileiros, dentre eles 9 (nove) alimentos selecionados pela frequência de consumo, baseado nos dados da Associação Brasileira de Indústria de Alimentos (12), e 3 (três) alimentos infantis.

Os alimentos por frequência de consumo foram: carne de frango congelada, presunto, queijo, leite, bolacha, suco, sorvete, chocolate e pão. E os alimentos infantis escolhidos foram: papinha, leite para lactentes e cereal. Foram adquiridos 2 (dois) alimentos de cada uma das categorias em diferentes mercados da cidade de Canoinhas, entre os dias 19/09/2021 e 23/09/2021, da mesma forma que qualquer outro consumidor costuma comprar, sem realizar a escolha pela marca ou realizar a análise prévia dos rótulos.

Análise dos rótulos

Com os alimentos adquiridos, foi realizada a análise restrita através da leitura dos rótulos e comparação com as exigências de cada um dos 21 parâmetros escolhidos e regulamentos de acordo com as legislações, conforme estabelecido a seguir:

a) Requisitos contidos na RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 (1):

- Marca e denominação de venda;
- Indicação de peso líquido/conteúdo;
- Identificação de origem e dados do fabricante;
- Lista de ingredientes, informação nutricional complementar e alegações funcionais e/ou de saúde;
- Modo de conservação;
- Instruções sobre o preparo e uso do alimento, quando necessário
- Data de validade e de fabricação;
- Identificação do lote;
- Carimbo do Serviço de Inspeção Federal (SIF);
- Frases, símbolos, ilustrações e desenhos que possam tornar a informação falsa, insuficiente, ou que possa induzir o consumidor a equívoco;
- Número de registro, considerando a RDC nº 27, de 6 de agosto de 2010 (13).

b) Requisitos contidos no Decreto nº 9.579, de 22 de novembro de 2018 (3):

- Fotos, desenhos ou representações gráficas que não tenham função de ilustrar modo de preparo e uso do produto;

- Ilustrações humanizadas ou que induzam ao uso do produto para essas faixas etárias;
 - Denominações ou frases com o intuito de sugerir forte semelhança do produto com o leite materno;
 - Expressões ou denominações que identifiquem o produto como mais adequado à alimentação infantil;
 - Informações que possam induzir o uso dos produtos em decorrência de falso conceito de vantagem ou de segurança;
 - Frases ou expressões que indiquem as condições de saúde para as quais o produto seja adequado;
 - Promoção dos produtos do fabricante ou de outros estabelecimentos;
 - Aviso e advertências que informam sobre a idade de consumo e vantagens de optar pelo leite materno.
- c) Requisitos contidos na RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (6):
- Tabela nutricional e suas exigências.
- d) Requisitos contidos na Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003 (5):
- Presença das expressões “Contém Glúten”, “Não Contém Glúten” e/ou “Contém Fenilalanina”.

A análise foi feita mais de uma vez, impedindo que alguma não conformidade (irregularidade) possa ter passado despercebida. As informações sobre cada uma das embalagens foram devidamente anotadas em uma tabela de conformidades e não conformidades, contendo os parâmetros das legislações. Os dados obtidos foram organizados em um quadro e tabulados em gráficos, constatando a porcentagem de irregularidades e conformidades de cada produto analisado e a porcentagem de não conformidades em relação à totalidade de irregularidades encontradas.

Questionário sobre a compreensão dos consumidores em relação aos rótulos dos produtos alimentícios

Um questionário teve a intenção de averiguar o conhecimento dos consumidores de Canoinhas e da região do planalto norte de Santa Catarina sobre a legislação de rotulagem de alimentos. O questionário on-line foi aplicado através da plataforma *Google Forms* em virtude da pandemia COVID-19, no qual ficou disponível durante o período de 06/11/2021 a 30/11/2021, obtendo ao final 95 participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos rótulos

No Quadro 1 são apresentadas as porcentagens das conformidades e não conformidades de cada um dos produtos analisados, de acordo com a legislação. Ao todo foram avaliados 24 rótulos, sendo que apenas 7 não apresentaram nenhuma irregularidade na rotulagem. Porém nos demais rótulos dos produtos foram identificados não conformidades, principalmente nos alimentos ("pão-1", "pão-2" e "frango congelado-2") alcançando índices de até 30,7%.

Quadro 1 – Organização das conformidades (C) e não conformidades (NC)

Alimento	C	NC	Alimento	C	NC
Papinha - 1	95,2%	4,8%	Leite - 1*	100%	0%
Papinha - 2	95,2%	4,8%	Leite - 2	92,3%	7,7%
Suco - 1*	100%	0%	Pão - 1	69,3%	30,7%
Suco - 2	92,3%	7,7%	Pão - 2	77%	23%
Bolacha - 1	92,3%	7,7%	Frango congelado - 1	92,3%	7,7%
Bolacha - 2	92,3%	7,7%	Frango congelado - 2	77%	23%
Chocolate - 1*	100%	0%	Cereal infantil - 1	90,5%	9,5%
Chocolate - 2	92,3%	7,7%	Cereal infantil - 2	90,5%	9,5%
Leite para lactentes - 1*	100%	0%	Presunto cozido - 1*	100%	0%
Leite para lactentes - 2*	100%	0%	Presunto cozido - 2*	100%	0%
Sorvete - 1	92,3%	7,7%	Queijo - 1	92,3%	7,7%
Sorvete - 2	84,6%	15,4%	Queijo - 2	92,3%	7,7%

(*) Rótulos em conformidade com a legislação.

A Figura 1 contém a frequência de irregulares nos rótulos por parâmetro, totalizando 10 parâmetros distintos não conformes. O número de registro, a lista de ingredientes, a identificação dos lotes e as fotos, desenhos e representação gráfica são os itens que mais apresentaram irregularidades, representando cerca de 64%. Esses problemas podem estar relacionados com a falta de espaço no rótulo para inserir essas informações, bem como com as empresas não querer arcar com profissionais capacitados para a sua elaboração.

Em 5 rótulos analisados foram encontradas irregularidades no parâmetro “número de registro”, sendo caracterizado pela ausência dessa informação ou pela falta da indicação de dispensa em casos permitidos pela legislação (13).

Foram encontrados 4 rótulos irregulares no parâmetro “lista de ingredientes”. As 6 irregularidades encontradas foram: declaração de aditivos fora da ordem, ingredientes fora da ordem de proporção, ausência dos principais aditivos, aditivos sem a função, ingredientes após a lista de aditivos e aditivos declarados no começo da lista, conforme estabelecido na legislação (1).

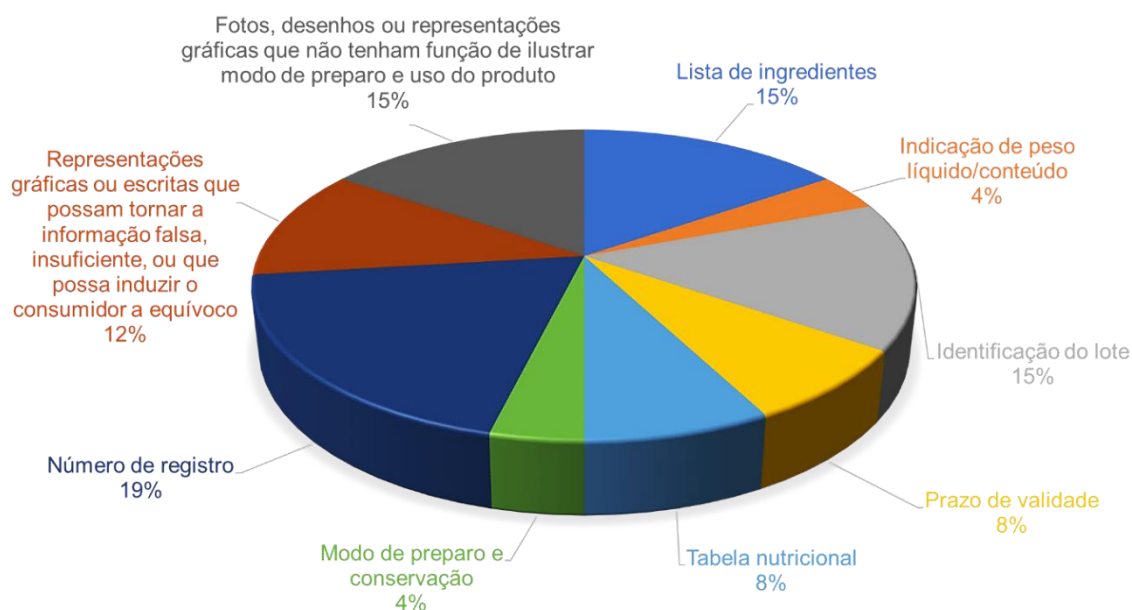


Figura 1 – Frequência dos tipos de irregularidades nos rótulos dos produtos

Na Figura 2, pode-se observar um exemplo de não conformidade, onde somente um dos aditivos é precedido de sua função e um dos ingredientes é listado após os aditivos.



Figura 2 – Irregularidades em lista de ingredientes de queijo

No item “fotos, desenhos ou representações gráficas que não tenham função de ilustrar modo de preparo e uso do produto”, que é estabelecido para alimentos infantis, foram encontrados 4 rótulos irregulares. A não conformidade encontrada está relacionada com desenhos de frutas e outras comidas que ilustram o sabor do alimento. Como exemplo, a Figura 3 mostra imagens que ilustram as comidas na rotulagem frontal de um produto alimentício do tipo papinha infantil.



Figura 3 – Ilustrações em papinhas infantis

A ausência de identificação do lote ou informação pouco clara sobre este, não precedido imediatamente da expressão "lote", foram não conformidades encontradas no parâmetro de “identificação do lote” em 4 rótulos analisados. Essa informação é obrigatória e auxilia na rastreabilidade do produto importante em casos de problemas sanitários com o produto, além de auxiliar no controle de produção da empresa (14).

Foram encontrados 3 produtos com irregularidade no parâmetro referente às “representações gráficas ou escritas que possam tornar a informação falsa, insuficiente, ou que possa induzir o consumidor a equívoco”, pelo uso de expressões como: “faz bem”, “original”, “qualidade e puro sabor escolhidos por gerações” e “leite é assim, puro leite”. As expressões “qualidade e puro sabor escolhido por gerações” pode ser vista na Figura 4.

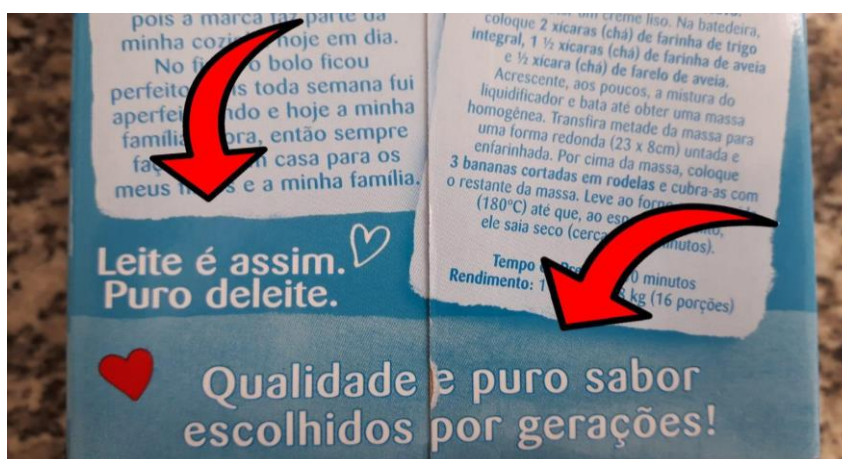


Figura 4 – Expressões que possam induzir o consumidor ao erro

A informação a respeito da data de fabricação e, conseqüentemente, do prazo de validade são importantes para o consumidor, visto que são os primeiros itens a serem observados no momento da compra (15). Foram encontradas irregularidades em 2 dos rótulos no parâmetro de “prazo de validade”, como: “prazo de validade de 6 dias” e

informação pouco clara e não precedida imediatamente pela expressão “validade:”, como observado na Figura 5.

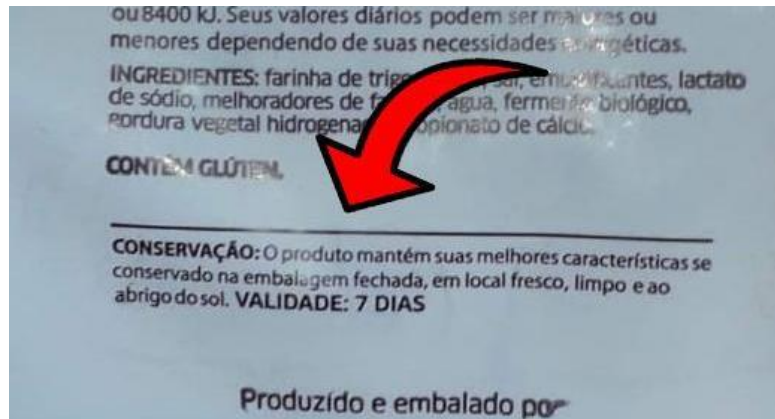


Figura 5 – Prazo de validade fora da legislação de pão

A tabela nutricional é um dos principais meios de informação para o consumidor, sendo responsável por apresentar de forma clara sobre os micros e macronutrientes, que servem como base para a elaboração de dietas alimentares (16). A partir da análise dos rótulos, foram identificadas somente duas irregularidades neste parâmetro, sendo consideradas não conformidades o uso inadequado da expressão “valor calórico”, valores diários baseados em uma dieta de 2500 kcal, colesterol seguido de “g”, fibra alimentar expressa em “mg” e a ausência da informação sobre a quantidade de sódio, nas quais entram em desacordo com a legislação (5). A Figura 6 mostra as irregularidades descritas anteriormente em uma embalagem de pão e de frango congelado.



Figura 6 – Irregularidades na tabela nutricional pão (A) e frango congelado (B)

Ainda, através da análise de rótulos, foram identificadas outras não conformidades em relação à indicação de peso líquido/conteúdo e modo de preparo e conservação dos

produtos, que não foram informados nos rótulos. Essas informações são relevantes para o consumidor, pois evitam fraudes e também na forma correta de utilização dos produtos.

Questionário sobre a compreensão dos consumidores em relação aos rótulos dos produtos alimentícios

Os participantes da pesquisa são majoritariamente moradores da cidade de Canoinhas, representando 73,6%, seguido pelos residentes nos municípios de Três Barras (10,5%), Papanduva (2,1%), Major Vieira (2,1%), Mafra (1,1%), Bela Vista do Toldo (1,1%). Os demais eram participantes não residentes no planalto norte de Santa Catarina, representando 9,5%.

A maioria dos participantes informou ter idade até 25 anos (40%), idades entre 36 e 45 anos (26,3%) e os demais acima de 46 anos (11,6%). Além disso, 54,7% afirmaram possuir renda de 2 a 5 salários mínimos, 24,2% até 1 salário mínimo, 14,7% de 5 a 10 salários mínimos e 6,3% acima de 10 salários mínimos.

A Figura 7 mostra as porcentagens dos alimentos consumidos pelos participantes nesta pesquisa, levando em consideração as categorias de alimentos industrializados mais consumidos pelos brasileiros (12). Foi possível observar que as categorias “queijo”, “chocolates” e “leite” são consumidas por cerca de 88% a 95% dos participantes. Além disso, entre os alimentos destinados à alimentação infantil, apenas 5,3% afirmaram adquirir a categoria “cereal infantil”, 4,2% “leite para lactentes” e somente 1,1% “papinhas”.

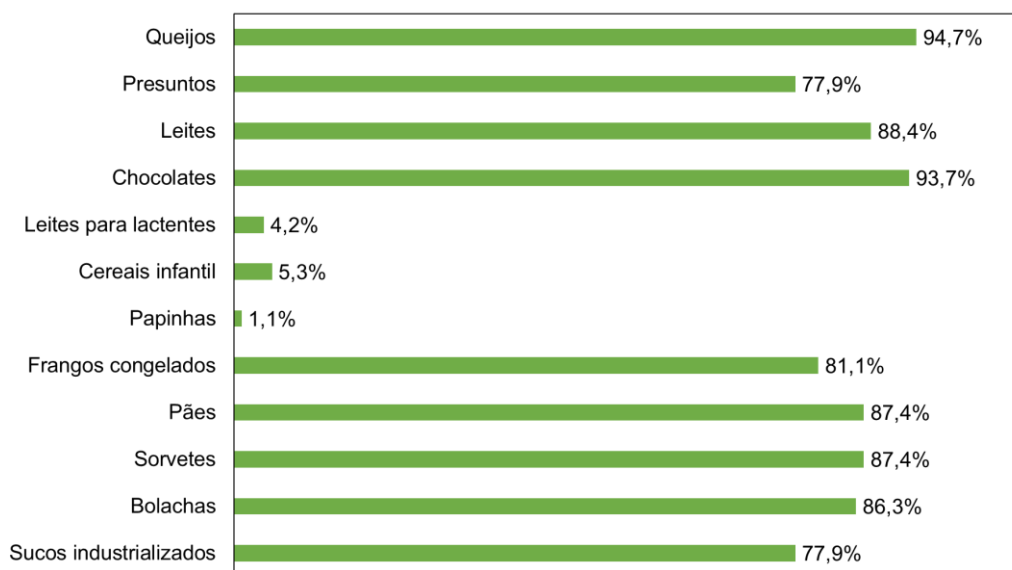


Figura 7 – Gráfico de consumo dos alimentos

De acordo com os resultados obtidos, aproximadamente 66,3% dos participantes afirmaram ter conhecimento sobre rotulagem de alimentos. Em um levantamento, feito em 2016, pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec), observou-se que 39,6% dos consumidores compreendiam parcialmente ou muito pouco sobre a rotulagem de alimentos, sobre a tabela nutricional (17). Além disso, no estudo realizado por Ferreira et al. (18), com a participação de 250 universitários, em São Luís – MA, apontou que 57% afirmaram ter

dificuldades na leitura dos rótulos, considerando a presença de termos técnicos e letra pequena os principais impasses no entendimento das informações.

Entre os 95 participantes nesta pesquisa, 31,6% declararam fazer a leitura do rótulo no momento da compra, 7,4% após a compra, 32,6% às vezes e 22,1% relataram fazer a leitura dependendo do tipo de produto. Além disso, 6,3% afirmaram não realizar a leitura em nenhum momento. (Figura 8). A pesquisa realizada por Soares e Nunes (19), com 569 consumidores, 26,71% afirmaram que sempre leem as informações nos rótulos, 64,68% leem às vezes e 8,61% nunca leem. Na mesma pesquisa realizada pelo Idec (20), com 807 mulheres residentes na região sudeste, centro-oeste, nordeste e sul, constatou que somente 27% sempre leem os rótulos, 51% às vezes e 21% afirmaram nunca ler. Portanto, torna-se importante o hábito da leitura das informações dos rótulos, bem como facilitar o entendimento do consumidor através de mudanças na legislação.



Figura 8 – Hábito de leitura entre os participantes

Conforme mostrado na Figura 8, 93,7% dos entrevistados lêem os rótulos com alguma frequência, dentre eles, aproximadamente 77% afirmaram já ter se deparado com a falta de alguma informação. Isso corrobora com os resultados das análises dos rótulos realizadas neste estudo, visto que foram encontradas várias não conformidades. Isso mostra que os consumidores, que realizam as compras nos mercados de Canoinhas, estão, em geral, em contato constante com rótulos irregulares. De acordo com Smith e Almeida-Muradian (21), em uma análise feita com alimentos comercializados na cidade de São Paulo, observou-se que a ausência de informações foi uma das principais não conformidades encontradas, por exemplo, a ausência de frases obrigatórias, como expressões relativa ao glúten e aos alimentos para crianças de primeira infância. Assim, as informações exigidas pela legislação sobre rotulagem são importantes, pois visam esclarecer o consumidor acerca do produto. Porém, as pessoas devem desenvolver o hábito da leitura dos rótulos a fim de evitar que sejam lesadas ou enganadas.

CONCLUSÕES

Esse trabalho permitiu, através das legislações brasileiras em vigor, verificar a conformidade da rotulagem dos alimentos adquiridos nos mercados do município de Canoinhas - SC, como uma ferramenta de avaliar a segurança de desses alimentos. Na maioria dos alimentos foram constatados alguma irregularidade, sendo que as categorias “pão”, “frango congelado” e “sorvete” apresentaram os maiores índices de não conformidade, superando 15% por produto. No entanto, as amostras das categorias “leite para lactentes” e “presunto cozido” não apresentaram nenhuma irregularidade. Além disso, o número de registro, a lista de ingredientes, a identificação dos lotes e as fotos, desenhos e representação gráficas foram as irregularidades mais frequentes encontradas nos rótulos.

A pesquisa realizada com 95 pessoas através do questionário sobre rotulagem de alimentos revelou que, apesar de 66,3% possuir algum conhecimento acerca do assunto, ainda há uma pequena parcela de participantes que não realiza a leitura dos rótulos em nenhum momento anterior ou posterior à compra (6,3%). Entretanto, o elevado número de pessoas com o hábito de leitura revelou que 77% dos questionados já identificaram algum tipo de falta de informação nos produtos.

Desse modo, observa-se que, a apresentação de rótulos conformes, aliada ao conhecimento e à análise prévia feita pelo consumidor, desempenha um papel fundamental no momento da compra, e até mesmo após essa, ao fornecer etapas de conservação e preparo, por exemplo.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Canoinhas, e ao Curso Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio pela oportunidade para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Resolução-RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. O presente Regulamento Técnico se aplica à rotulagem de todo alimento que seja comercializado, qualquer que seja sua origem, embalado na ausência do cliente, e pronto para oferta ao consumidor. Diário Oficial da União. 23 set 2002; Seção 1.
2. Nielsen - O que há em nossa comida e em nossa mente? [Internet]. 2016. [acesso em 2021 Jul 08]. Disponível em: https://www.nielsen.com/wp-content/uploads/sites/3/2019/04/EstudoGlobal_NossaComidaEMente.pdf.
3. Brasil. Decreto nº 9.579, de 22 de novembro de 2018. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre a temática do lactente, da criança e do adolescente e do aprendiz, e sobre o Conselho Nacional dos Direitos da Criança e do Adolescente, o Fundo Nacional para a Criança e o Adolescente e os programas federais da criança e do adolescente, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 23 nov 2018; Seção 1:49.
4. Gonçalves NA, Cecchi PP, Vieira RM, Santos MDA, Almeida TC. Rotulagem de alimentos e consumidor. Nutrição Brasil. 2015;14:197-204.
5. Brasil. 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. Diário Oficial da União. 19 mai 2003; Seção 1.
6. Brasil. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União, 26 dez. 2003; Seção 1.
 7. Brasil. Resolução-RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, 09 out. 2020; Seção 1.
 8. Brasil. Instrução Normativa-IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União, 09 out. 2020; Seção 1.
 9. Campos S, Doxey J, Hammond D. Nutrition labels on pre-packaged foods: a systematic review. *Public Health Nutrition*. Cambridge. 2011;14:1496-1506.
 10. Silva FS, Pereira TCO, Carmo YAR, Souza ARM. Análise de Mercado de Rótulos Alimentícios por Consumidores de Goiânia. *Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*. 2019;6(Edição Especial):71-78.
 11. Miller LMS, Cassady DL. The effects of nutrition knowledge on food label use. A review of the literature. *Appetite*. 2015;92:207-216.
 12. ABIA. Alimentos industrializados: A importância para a sociedade brasileira [Internet]. 2018 [acesso em 2021 Jul 08]. Disponível em: <http://alimentosindustrializados.com.br>.
 13. Ministério da Saúde (BR). Resolução RDC nº 27, de 6 de agosto de 2010. Dispõe sobre as categorias de alimentos e embalagens isentos e com obrigatoriedade de registro sanitário. Diário Oficial da União, 09 ago. 2010; Seção 1.
 14. Embrapa. Manual de rotulagem de alimentos. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; 2015.
 15. Barros FAL, Pereira Júnior JA, Lopes EM, Batista DVV, Silva ACC, Costa Junior KS, Sousa NC, Cordeiro CAM. Análise do grau de conformidade da rotulagem de pescados comercializados no município de Castanhal-PA face à legislação vigente. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6:67867-67877.
 16. Teixeira MS, Chiconatto P, Mazur EC, Schmitt V. Alimentos consumidos por crianças em idade escolar: análise das tabelas nutricionais. *RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*. 2018;11(67):531-540.
 17. IDEC. O rótulo pode ser melhor. [Internet]. 2017 [acesso em 2022 abr 24]. Disponível em: <https://idec.org.br>.
 18. Ferreira RMF, Mendes YC, Costa IC, Silva LCN, Dias LPP, Zigmignan A. Conhecimento de universitários sobre a rotulagem dos alimentos e informações nutricionais. *Research, Society and Development*. 2020;9:e328985367.
 19. Soares N, Nunes T. Avaliação da conformidade dos rótulos de produtos lácteos frente a legislação vigente e a percepção do consumidor sobre rotulagem. *Research, Society and Development*. 2021;10(3):e24110313223.
 20. IDEC. Rótulo nutricional ou bicho de sete cabeças? [Internet]. 2013 [acesso em 2022 abr 24]. Disponível em: <https://idec.org.br>.
 21. Smith ACL, Almeida-Muradian LB. Rotulagem de alimentos: avaliação da conformidade frente à legislação e propostas para a sua melhoria. *Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)*. 2011;70(4):463-472.

Capítulo 37

AValiação da Rotulagem de Marcas de Alimentos Diet e Light Comercializados em Currais Novos – RN

Ariane Kelly Silva de Araújo ; **Sabrina Stefanny Campelo de Medeiros** ;
Pahlevi Augusto de Souza ; **Rafael Souza Cruz** *; **Auriana de Assis Regis** ;
Elisabeth Mariano Batista ; **Francisco Lucas Pacheco Cavalcante** 

Resumo: O estilo de vida da sociedade vem mudando cada vez mais, devido a busca por uma alimentação mais prática, aumentando o índice de produtos alimentícios processados. Tais alimentos possuem alto teor de açúcar, sódio, gordura e colesterol, responsáveis pelo desenvolvimento de doenças que prejudicam a saúde. Devido à má alimentação, observou-se a necessidade de alimentos que propiciassem a melhor qualidade de vida, portanto criou-se os produtos diet e light, que possuem em sua formulação a retirada ou diminuição de algum componente nutricional. O objetivo deste trabalho foi avaliar a rotulagem de alimentos diet e light comercializados na cidade de Currais Novos no Rio Grande do Norte, verificando-se os rótulos, conforme a legislação, para as informações obrigatórias e nutricionais. Foram avaliados 12 rótulos de marcas diferentes de produtos diet e light, escolhidos aleatoriamente em estabelecimentos comerciais da cidade. As 12 marcas dos produtos foram codificadas em A, B, C, D, E e F para os alimentos diet e 1, 2, 3, 4, 5 e 6 para os light. Utilizou-se tabelas de modelo check list, referentes às informações nutricionais/obrigatórias. Deste modo, os resultados foram organizados em tabelas diferentes. De acordo com os resultados, as 12 marcas analisadas demonstraram conformidade com a legislação vigente, RDC n° 360, 259 e a portaria n° 27 e 29, Porém 75% das marcas não apresentaram a medida caseira em suas embalagens. Com isso, podemos observar a importância de tais informações para os consumidores sobre a leitura dos rótulos, realizando uma boa escolha do que será consumido.

Palavras-chave: informações nutricionais; RDC n° 259; RDC n° 360.

INTRODUÇÃO

O estilo de vida da sociedade vem mudando cada vez mais devido a busca por uma alimentação rápida e prática, resultando no aumento do índice de produtos alimentícios processados e o consumo de *fastfoods*. Tais alimentos possuem alto teor de açúcar, sódio, gordura e colesterol, responsáveis pelo desenvolvimento da obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes, por exemplo.

Tendo-se a má alimentação como causa relacionada ao aparecimento cada vez mais exacerbado de doenças crônicas não-transmissíveis, foi observada a necessidade do consumo de alimentos que propiciassem uma melhor qualidade de vida. Criou-se, portanto os alimentos para fins especiais, os diet's e light's, que possuem em sua formulação a retirada ou diminuição de algum nutriente, visando melhorar a qualidade de determinado alimento para indivíduos que possuem alguma restrição. Desta forma é indispensável à informação correta acerca do alimento a ser comprado a fim de que se estabeleça segurança ao consumidor (1).

Os termos diet e light são bastantes visualizados nos rótulos dos alimentos, o que pode causar confusão no consumidor no momento de escolha do produto. Entretanto, não se pode apenas confiar na expressão carimbada na embalagem. É preciso conferir a composição nutricional presente no rótulo, avaliando se possuem as características necessárias. De forma geral, os consumidores não conseguem distinguir os termos diet e light e nem sua composição, e em alguns casos, supondo que são alimentos similares. Termos como diet e light, fazem parte do vocabulário popular, e o consumidor deve estar suficientemente esclarecido sobre o significado deles, assim como das informações constantes nos rótulos (2).

Os rótulos são elementos de comunicação entre o produto e os consumidores, e devem auxiliá-los na decisão de compra, aumentando a eficiência do mercado e o bem-estar do consumidor (3). Sendo assim, as informações fornecidas por meio da rotulagem contemplam um direito assegurado pelo Código de Defesa do Consumidor, o qual determina que a informação sobre produtos deva ser clara e com especificação correta de quantidade, composição e qualidade, bem como sobre os riscos que possam apresentar (4, 5).

Tendo em vista a importância da rotulagem como fator principal na escolha do alimento, objetivou-se avaliar a rotulagem nutricional de marcas de alimentos diet e light comercializados em Currais Novos - RN.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no segundo semestre de 2020, em pontos comerciais do município de Currais Novos – RN. Foram selecionadas aleatoriamente doze marcas de alimentos diet e light para terem os seus rótulos nutricionais avaliados. As doze marcas foram distinguidas, de forma ética, denominando os diets pelas letras do alfabeto: A, B, C, D, E, F e os light pela ordem numérica: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Para a obtenção dos resultados pertencentes às Informações Obrigatórias e Informações Nutricionais dos rótulos, a legislação vigente disponibiliza tabelas do tipo check list. Os rótulos necessitam estar conforme a RDC n° 259 (BRASIL, 2002), RDC

n° 360 (BRASIL, 2003), com a portaria n° 27 (6), e a portaria n° 29/MS8 (7); que apresentam normas específicas para a rotulagem de alimentos diet e light.

Na tabela a seguir, encontra-se a lista de verificação das Informações Nutricionais e Informações Obrigatórias que foram avaliadas nas embalagens.

Tabela 1 - Informações exigidas pelas RDCs n° 259 e 360.

Informações Obrigatórias (RDC n° 259)	Informação Nutricional (RDC n° 360)
Denominação de venda	Porção (g)
Lista de ingredientes	Valor energético (kcal)
Medida caseira	Carboidratos (g)
Conteúdo líquido	Proteínas (g)
Identificação da origem/ nome do país	Gorduras totais (g)
Identificação do lote	Gorduras saturadas (g)
Prazo de validade	Gorduras trans (g)
Conservação do produto	Fibra alimentar (g)
Ausência de glúten	Sódio (mg)

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os rótulos das marcas que foram analisados possuem tamanhos variáveis e preços diferentes. Inicialmente, foi realizada uma comparação das informações presentes nas embalagens, averiguando se estão de acordo com a legislação, logo, foram preenchidas outras tabelas para decorrente análise mais específica dos dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2, são mostrados os resultados obtidos para as “Informações Obrigatórias” das diferentes marcas de alimentos diet, comercializadas na cidade de Currais Novos – RN. A maioria das amostras continham todas as informações obrigatórias, tendo apenas 3 marcas (D, E e F) que não apresentavam a presença da medida caseira.

Tabela 2 - Informações obrigatórias de acordo com RDC n° 259.

Informações Obrigatórias	Marcas						CT	NCT
	A	B	C	D	E	F		
Denominação de venda	CT	CT	CT	CT	CT	CT	(%) 100	(%) 0
Lista de ingredientes	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Medida caseira	CT	CT	CT	NCT	NCT	NCT	50	50
Conteúdo líquido	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0

Identificação da origem	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Identificação do lote	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Prazo de validade	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Conservação do produto	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Ausência de glúten	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0

CT: Consta; NCT: Não consta. Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A denominação de venda foi apresentada em todas as amostras. Esta informação visual é fundamental para despertar a atenção dos consumidores para o produto. Ela deve conter um jogo de cores e contrastes adequados, juntamente ao nome do produto no painel principal.

Todas as amostras continham a lista de ingredientes, informação que é de extrema importância para quem irá consumir o produto, sendo assim, o consumidor saberá o que está ingerindo.

Das marcas avaliadas, 50% de produtos diet apresentaram a medida caseira, e os outros 50% não apresentaram. Dependendo do tipo de produto, as porções dessa exigência podem ser expressadas em gramas ou em mililitros. Segundo Vargas (8), as medidas caseiras são instrumentos utilizados para medir as quantidades dos alimentos, que servem para ajudar na execução de formulações.

De acordo com a Portaria INMETRO nº 157, de 19 de agosto de 2002 (9), o conteúdo líquido é a quantidade do produto declarada na rotulagem da embalagem, excluindo a mesma e qualquer outro objeto acondicionado com esse produto. Para produtos comercializados em unidades legais de massa deve vir com expressões como: “PESO LÍQUIDO” ou “CONTEÚDO LÍQUIDO” ou “PESO LÍQ.” ou “Peso Líquido” ou “Peso Líq.”. Em 100% das amostras avaliadas observou-se a presença dessa informação.

Sobre a identificação de origem 100% das marcas avaliadas apresentaram conformidade com a legislação, demonstrando em seus rótulos o nome do fabricante, país de origem, município e endereço. Em relação a identificação do lote, as amostras também estavam em conformidade. Sendo fundamental, pois, o lote é utilizado para rastrear o alimento e identificar, caso ocorra alguma alteração no produto final, em qual etapa procedeu o erro (10).

O prazo de validade obteve um resultado positivo, pois, estava presente em 100% das amostras. O prazo de validade começa a contar a partir do momento em que o alimento é preparado ou fabricado e deve ser informado no rótulo dos alimentos embalados observando as terminologias e regras para declaração das datas fixadas na RDC nº. 259, de 2002 (6).

Das marcas avaliadas, 100% trouxeram em seus rótulos informações sobre a conservação dos produtos. Estas são de extrema importância, pois, demonstrar esses dados é inevitável para a conservação das características físico-químicas dos alimentos.

Verifica-se que 100% dos rótulos de alimentos diet apresentaram informações sobre a ausência de Glúten. É a lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003, que traz como exigência a identificação do produto quanto a essa presença, ou não, do glúten.

Na tabela 3, verifica-se os resultados obtidos em relação as “Informações Nutricionais” das diferentes marcas de alimentos diet, comercializadas na cidade de Currais Novos – RN. Constatou-se que todas as embalagens apresentaram as informações

nutricionais obrigatórias. Foi observado também, que todas as informações presentes nos rótulos foram objetivas, claras e de fácil compreensão para os consumidores.

Tabela 3 - Informações nutricionais de 6 marcas de alimentos diet comercializados em Currais Novos – RN, de acordo com a RDC n° 360.

Informações Nutricionais	Marcas					
	A	B	C	D	E	F
Porção (g)	20	9	9	25	30	25
Valor energético (Kcal)	54	28	25	123	143	132
Carboidratos (g)	17	6,1	5,7	13	13	11
Proteína (g)	0,9	0,5	0,6	1,6	2,5	2,3
Gorduras totais (g)	0,5	0	0	8,9	10	8,5
Gorduras saturadas (g)	0,2	0	0	4,3	6,3	5,1
Gorduras trans (g)	0	0	0	0	0	0
Fibra alimentar (g)	0,8	0,7	0,9	1,0	2,5	1,9
Sódio (mg)	22	9	11	10	24	26

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

As marcas avaliadas apresentaram diferentes valores relacionados a informação "porção" devido serem alimentos com tamanho e marcas distintas. O valor energético em Kcal está de acordo com a legislação vigente. Essas informações são fundamentais, pois, permitem aos consumidores saber os valores de cada nutriente em uma porção de determinado alimento.

Em relação as informações sobre a quantidade de carboidratos, proteínas e gorduras, observou-se que 100% das amostras forneciam esses dados. É importante destacar que estas estão presente nas células dos seres vivos, atuando principalmente como fonte rápida de energia (carboidratos), componentes de estruturas celulares e constituição de anticorpos e hormônios (proteínas) e armazenamento de energia, impermeabilização e isolamento térmico do corpo (gorduras) para os seres humanos. Por fim, todas as marcas analisadas demonstraram a ausência de gordura trans, o que é importante, pois, isso significa um alimento considerado bem mais saudável para o consumo, já que o mesmo não contém ácidos graxos hidrogenados associados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (11).

Todas as marcas demonstraram os valores de fibras em sua composição. A presença de fibra alimentares é importante no controle da glicemia e do colesterol, também tem a função de aumentam a sensação de saciedade e mantém as funções intestinais adequadas. O sódio está presente em diversos produtos industrializados e o consumo em excesso pode causar problemas de retenção de líquidos e hipertensão. Todas as amostras continham os valores de sódio presentes em seus rótulos.

Consta na tabela 4 os resultados que foram obtidos no que diz respeito à "Informações Obrigatórias" das diferentes marcas de produtos light, comercializadas na cidade de Currais Novos – RN. Foi constatado que a maioria das embalagens continham todas as informações obrigatórias, porém, tendo a ausência da informação sobre a medida caseira em todas as marcas.

Tabela 4 - Informações obrigatórias de alimentos light de acordo com RDC n° 259.

Informações Obrigatórias	Marcas						CT	NCT
	1	2	3	4	5	6		
Denominação de venda	CT	CT	CT	CT	CT	CT	(%) 100	(%) 0
Lista de ingredientes	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Medida caseira	NCT	NCT	NCT	NCT	NCT	NCT	100	0
Conteúdo líquido	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Identificação da origem	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Identificação do lote	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Prazo de validade	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Conservação do produto	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0
Ausência de glúten	CT	CT	CT	CT	CT	CT	100	0

CT: Consta; NCT: Não consta. Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

A denominação de venda é um elemento de grande importância, que deve estar no painel principal juntamente ao nome do produto, tendo cores e contrastes adequados, as amostras avaliadas apresentaram 100% de conformidade.

Verificou-se que em 100% dos produtos demonstraram a lista de ingredientes nas suas embalagens, informação fundamental para o consumidor, podendo avaliar a composição do alimento.

Todas as marcas analisadas dos produtos light não continham em suas rotulagens, os valores das suas medidas caseiras, que podem ser representadas em gramas ou em mililitros. O conteúdo líquido foi apresentado de maneira correta em todas as marcas.

Em todas as embalagens dos alimentos avaliados foi apresentado a identificação de origem em seus rótulos, de acordo com a legislação. Deixando o consumidor ciente sobre as informações de origem do alimento.

A identificação do lote que é utilizada para rastrear ou identificar o alimento também, foi apresentada em todas as embalagens, de acordo com a legislação vigente. Além disso, o prazo de validade estava presente em todas as amostras avaliadas, sendo uma importante informação, pois, caso o alimento ultrapasse esse prazo determinado para consumo pelo fabricante, existem altas possibilidades de ele perder propriedades sensoriais e nutricionais, além de provocar uma série de doenças (3).

O total de 100% das marcas trouxe em seus rótulos a informação sobre a conservação dos produtos. A demonstração dessa informação é fundamental para a conservação do produto, devendo tomar precauções, antes e após a abertura da embalagem. Também, foi verificado em todas as amostras a informação sobre a ausência de glúten nos rótulos, que tem como objetivo advertir, prevenir e tentar controlar a doença celíaca, que afeta boa parte da população brasileira (12)

Na tabela 5, verifica-se os resultados obtidos em relação as “Informações Nutricionais” das diferentes marcas de alimentos light, comercializadas na cidade de Currais Novos – RN. Observou-se que todas as embalagens obtiveram as informações nutricionais obrigatórias. Além disso, as informações que estavam presentes nos rótulos eram objetivas, claras e de fácil compreensão para os consumidores.

Tabela 5 - Informações nutricionais de 6 marcas de produtos light comercializados em Currais Novos – RN, de acordo com a RDC nº 360.

Informações Nutricionais	Marcas					
	1	2	3	4	5	6
Porção (g)	30	30	30	25	20	20
Valor energético (Kcal)	125	128	131	89	61	73
Carboidratos (g)	19	17	18	20	14	12
Proteína (g)	2,1	2,2	2,2	0,8	0,6	1,4
Gorduras totais (g)	4,7	5,5	5,5	0,6	0	2,4
Gorduras saturadas (g)	2,5	1,6	2,2	0,2	0	1,5
Gorduras trans (g)	0	0	0	0	0	0
Fibra alimentar (g)	2,5	2,6	2,5	0,3	1,5	2,5
Sódio (mg)	76	77	89	52	0	21

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

As marcas avaliadas apresentaram 100% sobre a informação porção, porém, possuem valores diferentes, devido serem alimentos com gramatura idênticos. O valor energético é expressado Kcal e foi apresentado em todas as marcas, conforme a legislação. Esses dados permitem ao consumidor avaliar a quantidade de nutrientes existentes em uma porção, no produto.

A quantidade de carboidratos foi constatada em 100% das amostras, fator essencial, pois, o carboidrato é considerado uma fonte de energia para o ser vivo. A proteína é formada por aminoácidos e tem papel importante no desenvolvimento de células e tecidos, hormônios, além da construção e manutenção de todos os nossos órgãos e tecidos. Em todos os rótulos continham a informação sobre a quantidade de proteína.

As amostras trouxeram informações sobre o teor de gordura, sendo divididas em gorduras trans, gorduras saturadas e gorduras totais. O fator importante que foi apresentado foi a ausência de gordura trans, o que demonstra que o alimento é mais saudável.

Todas as marcas apresentaram conformidade em seus valores de fibras na sua composição. Sendo fundamental nas características funcionais do alimento. Sobre o sódio 100% das marcas trouxeram a sua informação no rótulo. Contudo, o consumo exagerado desse mineral contribui para o desenvolvimento da hipertensão (13).

Avaliando a rotulagem de alimentos diet e light em Teresina-PI, Barros et al. (14), observaram irregularidades em cerca de 39% dos rótulos, considerando as duas categorias de produtos analisadas.

Em outra avaliação de alimentos diet e light, comercializados na cidade de Lagarto-SE, Santos (15), verificou inadequação em 24,2% dos rótulos avaliados. Quanto a rotulagem geral percebeu-se inconformidade de 5%. Já em relação a rotulagem específica para esses grupos, constatou-se inadequação em 26% e 100% dos rótulos de alimentos light e diet respectivamente.

CONCLUSÕES

Os rótulos de alimentos diet e light, devem ser bem elaborados e adequados segundo as orientações previstas pela legislação vigente, é essencial, no intuito de orientar adequadamente aos consumidores no momento de sua aquisição e evitar danos ou mesmo exacerbar alguma patologia preexistente neste grupo populacional.

Considerando as amostras de acordo com os check lists da legislação vigente, concluímos que as embalagens e os rótulos cumpriram como o esperado, fornecendo as informações garantidas pelo Código de Proteção e Defesa do Consumidor. Entretanto, 75% dos rótulos não apresentaram a medida caseira em suas embalagens. Vale ressaltar a importância de pesquisas relacionados aos rótulos, tendo a divulgação das irregularidades presentes, a fim de torna-los mais cuidadosos no momento de compra e escolha desses produtos. Além disso, buscando pressionar as indústrias a agirem de forma correta no que está previsto nas RDC's, assegurando aos consumidores desses tipos de alimentos.

REFERÊNCIAS

1. Sarkar A, Mackie AR. Engineering oral delivery of hydrophobic bioactives in real-world scenarios. *Curr Opin Colloid Interface Sci.* 2020;48:40–52.
Díaz LMA. Validação de um instrumento de avaliação do comportamento do consumidor adulto com sobrepeso/obesidade frente às informações nutricionais dos rótulos de alimentos. Universidade de Brasília, Brasília. 2006;1.
2. Vilela ER. Alimentos dietéticos e alternativos. *Textos Acadêmicos.* Lavras – UFLA. 2000;101.
3. Machado SS, Santos FO, Albinati L FL, Santos LPR. Comportamento dos consumidores com relação à leitura de rótulo de produtos alimentícios. *Alimentos e Nutrição, Araraquara.* 2006;17:1:97-103.
4. Brasil. Lei nº 8.078/90, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil.* 12 set. 1990; Seção 1.
5. Câmara MCC, Marinho CLC, Guilam RCM. Análise crítica da rotulagem de alimentos diet e light no Brasil. *Caderno de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro.* 2008;16:1:35.
6. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC ANVISA/S nº259. Regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. 20 de setembro de 2002.
7. Câmara MCC. Análise crítica da rotulagem de alimentos diet e light no Brasil. Rio de Janeiro. 2007.
8. Vargas VdeS. Padronização de medidas caseiras como ferramenta à Dietoterapia. 2007;19:1:29-34.
9. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro. *Produtos Diet e Light - Parte II.* 2002.

10. Machado RTM. Sinais de qualidade e rastreabilidade de alimentos: uma visão sistêmica. Redalyc. 2005.
11. Costa AGV, Bressan J, Sabarense CM. Ácidos graxos trans: alimentos e efeitos na saúde. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2006;56:1:12-21.
12. Brasil. Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003. Aprova Regulamento Técnico obrigatório para os produtos alimentícios embalados, que devem informar sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Diário Oficial da União. 2003.
13. Pertschy P. Comparação do teor de sódio em alimentos convencionais, light e diet pela rotulagem dos produtos [Trabalho de Conclusão de Curso]. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-oeste; 2010.
14. Barros NVA, Batista LPR, Landim LASR, Leal MJB, Costa NQ, Hipólito TLB, Porto RGCL. Análise Da Rotulagem De Alimentos Diet e Light Comercializados Em Teresina-PI. Redalyc. 2012.
15. Santos ES. Rotulagem De Alimentos Diet E Light: Avaliação Dos Alimentos Comercializados em Lagarto-SE. Repositório Institucional da Universidade Federal de Sergipe. 2017.

Capítulo 38

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DOS SURTOS DE DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS NO ESTADO DO PARÁ DE 2010 A 2019

Joseane Cristina Pinheiro Pombo *

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: pombojcp@gmail.com

Resumo: Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) ocorrem devido à ingestão de alimentos contaminados por agentes físicos, químicos ou biológicos. A ocorrência de DTA é um grave problema de saúde pública com consequências socioeconômicas negativas, tanto em decorrência das vítimas que sofrem seus agravos, quanto das perdas geradas nos ramos da indústria, comércio e turismo. Apesar disso, esse ainda é um assunto tratado de forma irrelevante ou até mesmo desconhecido, o que agrava o problema. Deste modo, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o perfil epidemiológico dos surtos de DTA no estado do Pará, no período de 2010 a 2019. Foi realizado um estudo epidemiológico descritivo que consistiu na busca, classificação e análise de dados oficiais do Ministério da Saúde do Brasil. Durante esse período, foram notificados e registrados 145 surtos de DTA que envolveu 3438 indivíduos doentes e ocasionou uma morte. Parauapebas se destacou entre os demais municípios com 21 notificações de surtos. Evidenciou-se que a maioria destes surtos ocorreu em residências e os alimentos a base de frutas foram os mais envolvidos nos surtos confirmados, sendo o protozoário *Trypanosoma cruzi* o agente etiológico de maior incidência. A maior parte das confirmações dos surtos fundamentou-se em achados clínico-epidemiológicos. Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de orientar a população quanto às boas práticas de fabricação e manipulação dos alimentos e aos riscos associados aos alimentos contaminados.

Palavras-chave: Alimentos; Agentes Etiológicos; Surtos Alimentares; Perfil Epidemiológico

INTRODUÇÃO

O Ministério da saúde define Doença Transmitida por Alimento (DTA) como sendo a “síndrome geralmente constituída de anorexia, náuseas, vômitos e/ou diarreia, acompanhada ou não de febre, relacionada à ingestão de água ou alimentos contaminados”(1). Segundo Andrade Júnior et al. (2), a DTA pode ser provocada por agentes biológicos como os helmintos, protozoários e microrganismos (bactérias, fungos e vírus), também por agentes físicos e químicos. Entretanto, as bactérias e suas toxinas são os mais significativos, onde se encontram uma ampla variedade, gêneros e espécies com diferentes patogenias, períodos de incubação e duração de sintomas (3, 4).

Os casos de DTA são episódios em que uma pessoa apresenta sinais e sintomas após ingerir alimento considerado contaminado por evidência clínica-epidemiológica e/ou laboratorial. Enquanto os surtos de DTA podem originar surtos, episódios onde duas ou mais pessoas apresentam sinais ou sintomas semelhantes, em um mesmo período de tempo, após a ingestão de um alimento da mesma origem, com confirmação por evidência epidemiológica, clínica e/ou laboratorial (4,5). No Brasil, o órgão responsável pela notificação de surtos alimentares é a Vigilância Sanitária (VISA), coordenada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que trabalha concomitantemente com a Vigilância Epidemiológica (6). A investigação de um surto de DTA se inicia pela investigação epidemiológica realizada por meio de formulários com entrevistas dos afetados pelo surto para identificação da forma de transmissão e o provável agente etiológico; seguida das análises microbiológicas laboratoriais com coletas das amostras clínicas, para a identificação do agente etiológico; e por fim a investigação do ambiente onde o fato ocorreu, para detectar os fatores que contribuíram para as prováveis situações da ocorrência do mesmo (7,8).

A contaminação alimentar é classificada em três tipos de casos diferentes: infecção alimentar quando ocasionada pela ingestão de alimentos contaminados com células de microrganismos patogênicos; intoxicação alimentar referente ao consumo de alimentos contaminados com toxinas microbianas, liberadas no alimento durante o processo de proliferação dos microrganismos ou pela contaminação de substâncias químicas presentes no alimento; e toxinfecção alimentar ocasionada pela ingestão de alimentos contaminados com células microbianas e toxinas ou substâncias tóxicas presentes no alimento (6). As bactérias causadoras de DTA podem ser divididas em grupos: as infecciosas mais importantes são *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. e *Escherichia coli*, as principais intoxicantes são *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium botulinum* e no grupo das toxigênicas, *E. coli* enterotoxigênica, *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium perfringens* e *Bacillus cereus* são exemplos clássicos (4).

Muitos estudos apontam para um aumento no número de surtos de DTA em todo o mundo (9,10,11). Diversos são os fatores que colaboram para a emergência das DTA, entre eles estão: o progressivo aumento das populações; grupos populacionais vulneráveis ou mais expostos; o desenvolvimento urbano desordenado e a necessidade de produção de alimentos em grande escala; maior exposição a alimentos destinados ao pronto consumo coletivo e/ou em vias públicas, e a deficitária fiscalização dos serviços públicos

em relação à qualidade dos alimentos destinados à população (12,13). Segundo Finger et al. (10), a maioria dos casos de DTA poderia ser evitada se medidas preventivas fossem tomadas em toda a cadeia produtiva alimentar. Portanto, é importante a correta manipulação dos alimentos, bem como a higiene do local aos quais os mesmos são manuseados e dispostos, no intuito de garantir sua qualidade e segurança (14).

A segurança dos alimentos é, de fato, importante para a manutenção da saúde pública, no entanto, apesar de práticas e sistemas de monitoramento avançados instalados em vários países, casos de DTA ou surtos continuam a ser comuns, persistindo como um grave problema e muitas vezes as informações existentes a respeito dessas doenças não representam a real magnitude do problema (4). Assim, este tema ganha importância a cada dia, não apenas no Brasil, mas em todo o mundo. Uma vez que, a ocorrência de casos e surtos de DTA traz prejuízos tanto à saúde quanto à economia, uma vez que, as vítimas sofrem desde ligeiras indisposições à situações mais graves que requerem cuidados hospitalares ou que podem culminar em mortes, bem como geram grandes perdas devido aos custos com cuidados médicos à população, custos com investigações à surtos, perda de produtividade devido ao afastamento dos indivíduos afetados, perda de renda em razão do fechamento de negócios e perdas no comércio quando os consumidores evitam comprar produtos envolvidos em surtos (4,15).

Em função dos riscos que representam para a saúde da população, faz-se necessário o estudo do perfil epidemiológico das DTA no estado do Pará. Uma vez que, somente alguns estados e/ou municípios no Brasil dispõem de estudos relacionados a surtos alimentares, bem como a falta de dados da situação paraense dificulta a avaliação da dimensão real do problema e o desenvolvimento de estratégias de controle. Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o perfil epidemiológico dos surtos de DTA no estado do Pará, no período de 2010 a 2019.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo epidemiológico descritivo consistiu na busca, classificação e análise de dados do Ministério da Saúde do Brasil entre os anos de 2010 e 2019 (último ano dos dados oficiais de surtos de DTA). Os dados oficiais inseridos no SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação) foram obtidos no site do Ministério da Saúde (MS) e no Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC) da Secretária de Vigilância Sanitária (SVS), que notifica e investiga os surtos de DTA (Figura 1). Os dados oficiais foram organizados em planilha (Microsoft Office Excel® 2010), analisados e os resultados apresentados em forma de gráficos, classificados de acordo com o número de surtos/casos, casos expostos, indivíduos doentes, óbitos, distribuição de surtos de DTA por município, agentes etiológicos, alimentos implicados, locais de ocorrência e critérios confirmatórios.

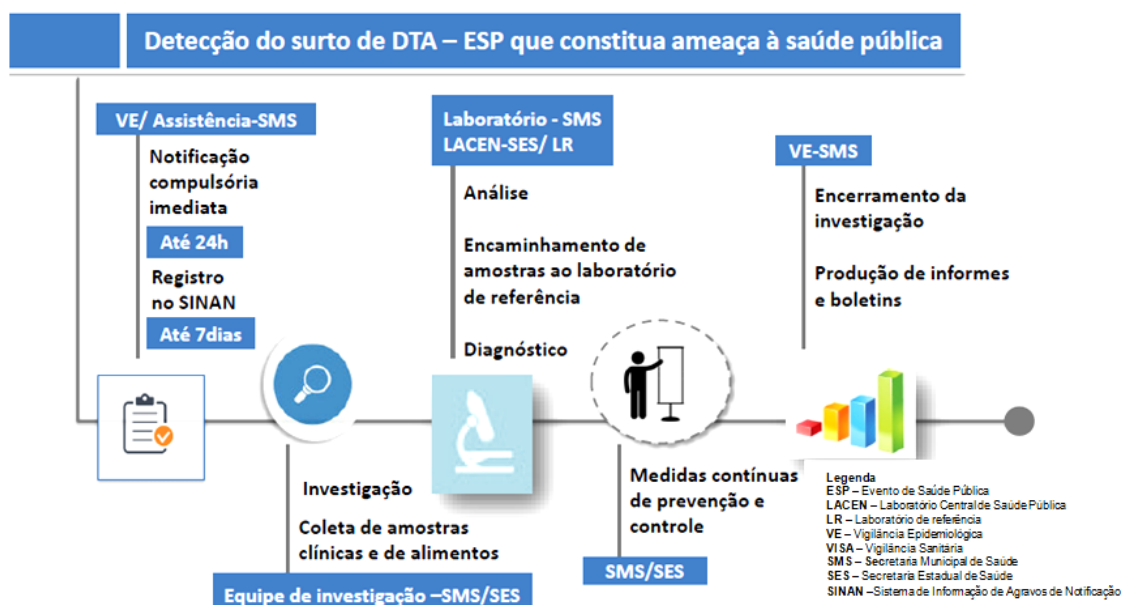


Figura 17 – Fluxograma de notificação e investigação de surtos de DTA.
 Fonte: BRASIL (1).

Aprovação ética e consentimento em participar: todos os procedimentos realizados nos estudos não envolveram participantes humanos. Os dados utilizados para o estudo estão disponíveis abertamente no site do Ministério da Saúde e no Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o número de surtos de DTA ocorridos no período de 2010 a 2019, sendo notificados e registrados 145 surtos no estado do Pará. Nota-se considerável oscilação no número de surtos ocorridos durante este período. Os maiores números de notificações ocorreram no ano de 2012 ($n = 18$), seguido pelo ano de 2014 ($n = 21$), 2018 ($n = 19$) e 2019 ($n = 22$), respectivamente. Ressalta-se que em todos os anos houve registro de surtos de DTA no estado do Pará. A partir de 2017 houve um crescimento significativo dos surtos, chegando ao seu ápice em 2019, atribuído a maior eficiência das notificações e investigações de surtos nos últimos anos, porém ainda são comuns casos de subnotificações. Segundo Lombardi et al. (16), as subnotificações estão relacionadas aos pacientes que não procuram atendimento médico quando acometidos por suspeitas de surtos de origem alimentar, pois se trata de uma doença autolimitada de curto período de incubação do agente etiológico envolvido, e na maioria dos casos se resolve em 24 a 48 horas, sem necessidade de intervenção médica (4).

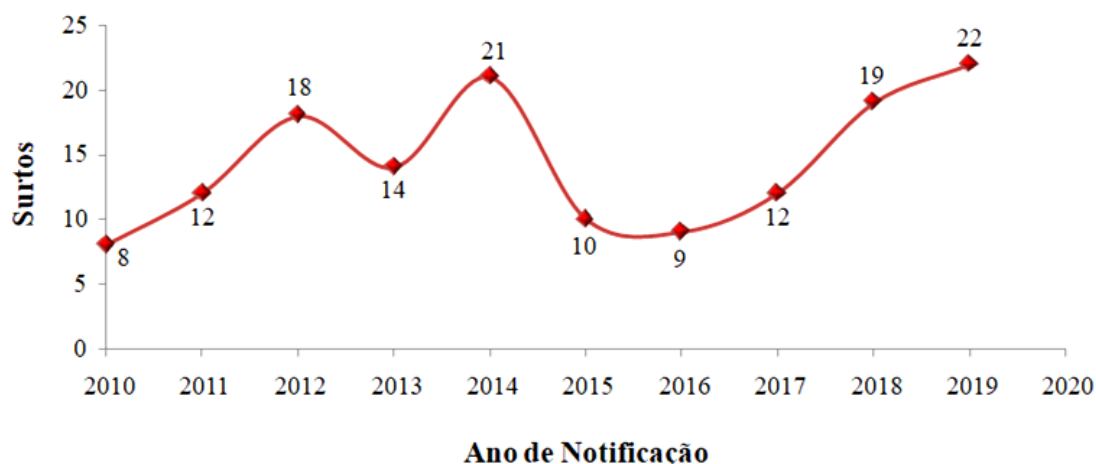


Figura 18 – Número de surtos de DTA por ano de notificação no estado do Pará, no período de 2010 a 2019.

Fonte: SINAN/SVS/MS (17).

Observa-se na Figura 3 que os surtos de DTA relatados no Pará durante o período coberto neste estudo (2010–2019) totalizaram 5.029 casos expostos com destaque para maior número de casos expostos no ano de 2014 ($n = 1.262$). Esses casos expostos envolveram 3.438 indivíduos doentes, com o maior número de doentes relatados no ano de 2012 ($n = 664$). Apesar do grande número de notificações de DTA no estado, foi relatado apenas um caso de óbito no ano de 2016, o que revela que o risco de óbito associado à DTA foi baixo ao período observado. Verifica-se que os anos de 2015 e 2017 foram os anos com as menores notificações de casos expostos e doentes. Nota-se que apesar do ano de 2014 ter apresentado os maiores números de casos expostos e o ano de 2012 os maiores números de doentes, foi no ano de 2016 que ocorreu a morte de um consumidor, mesmo com os menores números de casos expostos e doentes quando comparado aos anos acima mencionados, o que pode indicar a possível presença de pessoas do grupo de risco (crianças, idosos, imunocomprometidos e gestantes), o qual pode ser acometido com maior facilidade, ocasionando complicações mais sérias se não tratados adequadamente em tempo hábil, sendo fatais (4,18). Outros fatores relacionados ao risco de óbito é a quantidade do alimento contaminado ingerido, o tipo de microrganismo ou toxina e o estado de saúde do indivíduo acometido (19).

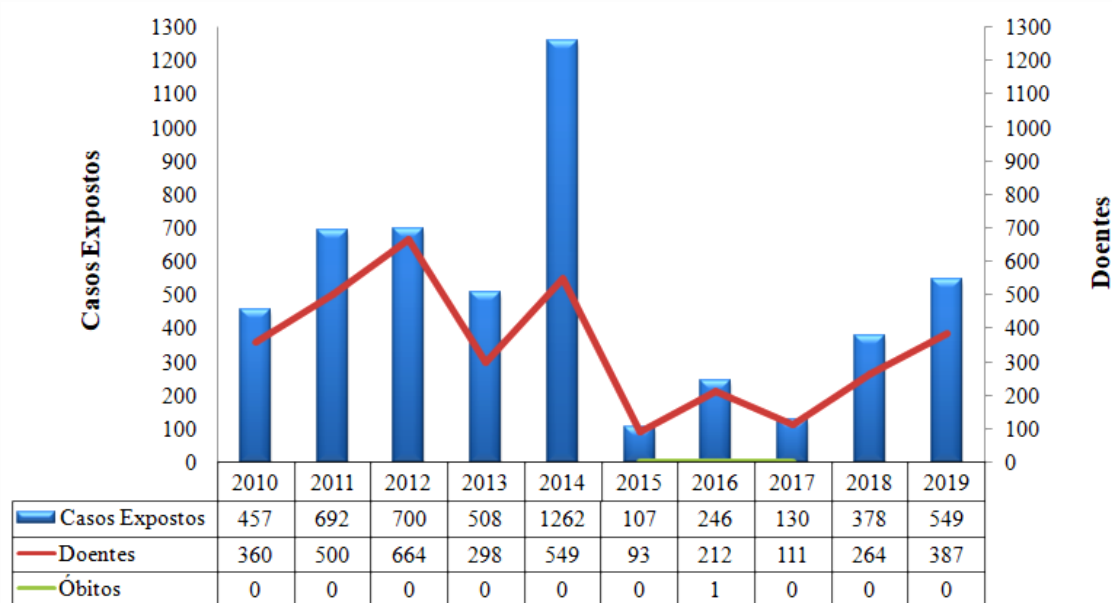
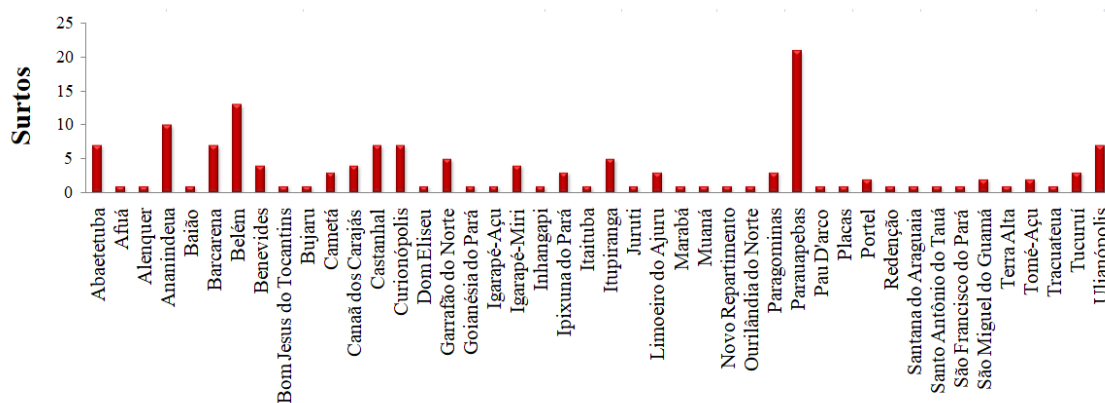


Figura 19 – Número de casos expostos, doentes e óbitos por DTA no estado do Pará, no período de 2010 a 2019.

Fonte: SINAN/SVS/MS (17).

Dos municípios que notificaram surtos no período entre 2010 e 2019 no estado do Pará (Figura 4), o município de Parauapebas se destaca por ter registrado 21 notificações, seguido do município de Belém ($n = 13$) e Ananindeua ($n = 10$). Segundo a estimativa do IBGE em 2019 (20), Belém, Ananindeua e Parauapebas estão entre os municípios mais populosos no Pará, e conseqüentemente, com maior número de estabelecimentos comerciais (serviços de alimentação), o que influencia o consumo de alimentos prontos e semiprontos fora do ambiente domiciliar com mais frequência, bem como são municípios de clima quente, o que facilita a deterioração de alimentos devido à proliferação de microrganismos, uma vez que a temperatura é o segundo fator de relevância dos fatores causais de DTA (21). Aliado a estes fatores, estes municípios apresentam maiores facilidades ao acesso as redes de saúde, o que pode explicar os maiores números de notificações de surtos, bem como indica que o Sistema de Vigilância Epidemiológica de Doenças Transmitidas por Alimentos (VE-DTA) está bem implementado nestes municípios (10).



Municípios de Notificações

Figura 20 – Distribuição dos surtos de DTA por município de notificação no estado do Pará, período de 2010 a 2019.

Fonte: SINAN/SVS/MS (17).

A Figura 5 apresenta os agentes etiológicos identificados nos surtos de DTA no estado do Pará durante o período de 2010 a 2019. Os patógenos não foram identificados em 77% dos surtos notificados (113/145). O protozoário *Trypanosoma cruzi* apresentou 10% (15/145) das notificações, seguida das bactérias *Salmonella* spp. com 3% (5/145), *S. aureus* com 3% (4/145) e *E. coli* com 2% (3/145), sendo os mais relatados nos surtos ocorridos no Pará, apesar de vários outros microrganismos serem mencionados, embora em menor proporção.

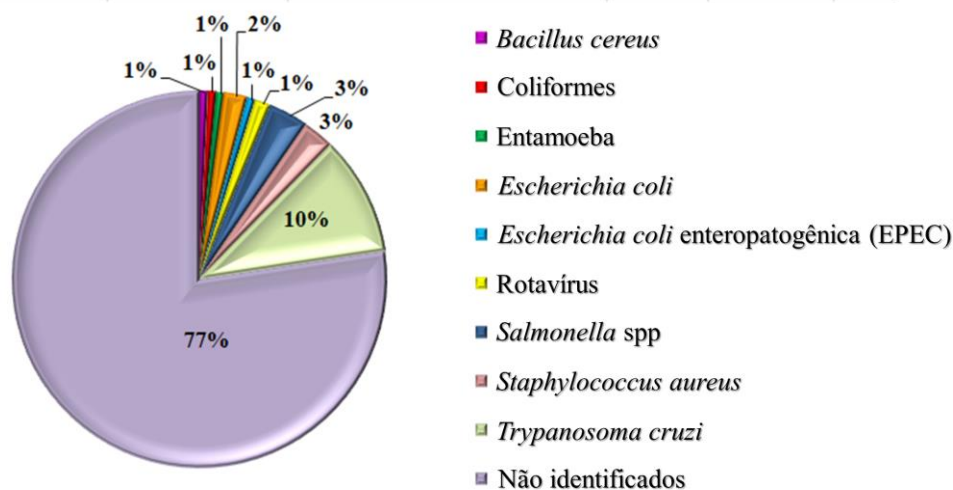


Figura 21 – Distribuição dos agentes etiológicos identificados nos surtos de DTA no estado do Pará, no período de 2010 a 2019.

Fonte: SINAN/SVS/MS (17).

Bernardes et al. (6), Finger et al. (10) e Marinho et al. (12), também observaram que não foi possível identificar o agente etiológico na maioria dos surtos alimentares. Segundo Santos et al. (22), as amostras que não apresentaram contaminação podem estar relacionadas à demora na coleta, o que ocorre em consequência da notificação tardia; ao fato do agente etiológico ser inativado, já que muitas vezes a conservação e transporte das amostras se dão de forma inadequada; à distribuição não uniforme dos

microrganismos nas amostras analisadas, gerando assim resultados falso-negativos; além da ausência de coleta de amostras clínicas e/ou de alimentos em tempo oportuno.

A presença de *T. cruzi* no Pará está relacionada ao consumo da polpa de fruta regional mais consumida no estado, o Açaí. Segundo Barbosa et al. (23), *T. cruzi* é um protozoário responsável pela transmissão da doença de Chagas, com destaque para os municípios de Belém e Abaetetuba que são importantes regiões de risco e os fatores identificados como potenciais contribuintes para a intensificação desta doença estão o aumento da expectativa de vida, mudanças climáticas, migrações populacionais e novos mercados consumidores de polpa de açaí sem certificação de qualidade parasitológica.

Os agentes etiológicos mais associados às DTA no Brasil são os de origem bacteriana, causadas predominantemente por *Salmonella* spp., *E. coli* e *S. aureus* (24,25,26). A maioria dos casos de salmonelose ocorre pela ingestão de alimentos preparados e armazenados inadequadamente ou pela contaminação cruzada dos alimentos já preparados (4,23). A presença da bactéria *E. coli* quando presente em alimentos ou na água de consumo indica processamento inadequado e/ou recontaminação pós-processamento devido ao contato direto ou indireto com material fecal, o que denota a violação de vários princípios de boas práticas de higiene na manipulação de alimentos (21,22). A bactéria *S. aureus* apresenta alta capacidade de produção de enterotoxinas e tem sido frequentemente envolvida em toxinfecções alimentares devido à manipulação inadequada dos alimentos, o que indica condições higiênicas insuficientes durante o processamento de refeições (4,27).

Os alimentos envolvidos nos surtos confirmados de DTA no Estado do Pará entre 2010 e 2019, de acordo com a Figura 6, foram às frutas, produtos de frutas e similares com 19% dos casos (28/145), seguido dos alimentos mistos com 4% (5/145) e múltiplos alimentos com 3% (5/145). Porém, em 67% (97/145) dos casos não houve a identificação do alimento.

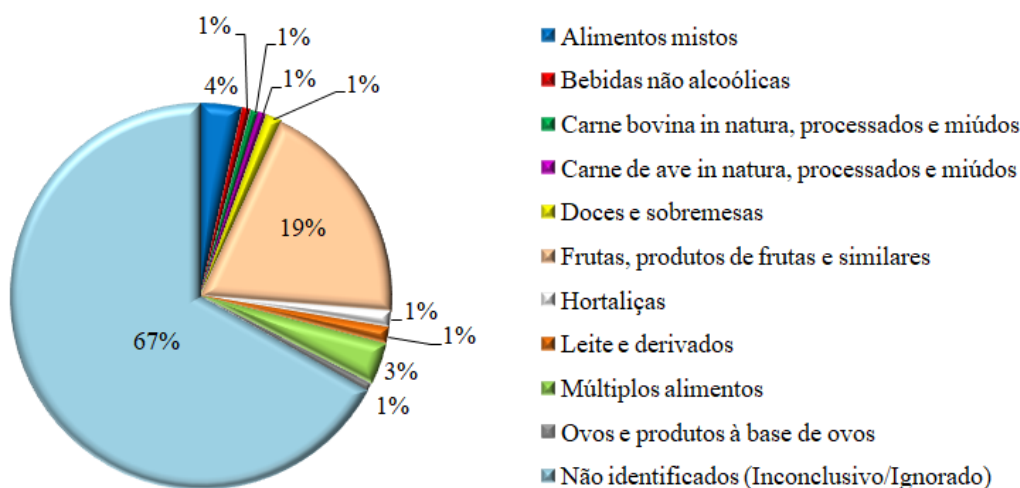


Figura 22 – Distribuição dos alimentos incriminados em surtos de DTA no estado do Pará, no período de 2010 a 2019.

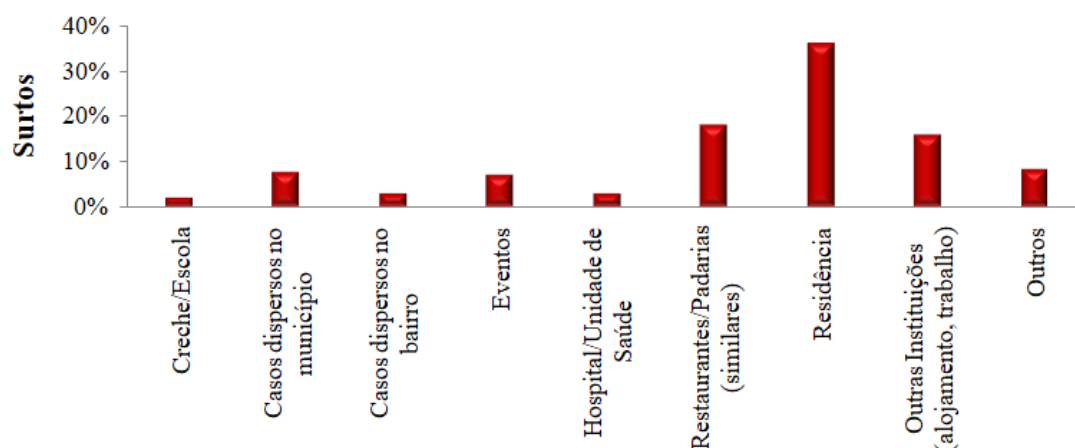
Fonte: SINAN/SVS/MS (17).

Sabe-se que a higienização das frutas é uma forma indispensável de proteger os alimentos de possíveis contaminações microbiológicas. Ao estudar uma comunidade de Joinville (SC), Bressan e Oliveira (28), observaram que a maioria dos entrevistados (78%) relatou lavar os vegetais e frutas apenas com água. Segundo São José (29), a lavagem com água potável permite a remoção de componentes do solo e parte dos microrganismos patogênicos, mas não é suficiente para reduzir significativamente a carga microbiana, portanto, a desinfecção com imersão em solução clorada deve ser realizada após o processo de lavagem, visando a redução dos riscos de contaminação microbiológica.

Os alimentos mistos são caracterizados como preparações com vários ingredientes e são mais suscetíveis à contaminação devido à manipulação intensa, principalmente quando não são preparados, armazenados ou cozidos adequadamente (10). Segundo Bezerra et al. (24), é frequente a ocorrência de alimentos mistos em surtos alimentares, levando o país a um alto custo anual com DTA. Enquanto os múltiplos alimentos são caracterizados pela existência do registro de dois ou mais alimentos apontados como responsáveis por surtos. Packer et al. (11), associaram o consumo de carne assada e molho responsáveis pelo surto que ocorreu nos dias das mães no ano de 2018, em um buffet localizado no Sudoeste da Inglaterra.

Em relação aos alimentos não identificados, o elevado número de surtos notificados em que não foi possível determinar o alimento implicado aponta falhas na investigação epidemiológica e pode estar relacionada à demora na notificação do surto, dificuldade em entrar em contato com os comensais envolvidos, bem como a falta de coleta de amostras de sobras de alimentos ou água realizadas adequadamente e o mais precocemente possível (21,22). De acordo com Marinho et al. (12), a ingestão de alimentos sem alterações sensoriais é apontada como uma das principais causas de surtos, sendo de difícil identificação, uma vez que estes não são associados com alimentos fonte de DTA, diferente daqueles com aparência ou odor desagradáveis, que normalmente são rejeitados pelos consumidores.

Em relação aos principais locais de ocorrência de surtos de DTA no Pará, no período avaliado de 2010 a 2019 (Figura 7), em ordem de importância estão às residências com 35,86% (52/145) do total de notificações de surtos, seguidas de restaurantes/padaria (similares) com 17,93% (26/145), e outras instituições (alojamentos/trabalho) com 15,86% (23/145). Finger et al. (10), Klein et al. (21) e Santos et al. (22), também mencionam as residências como os principais focos de surtos alimentares. Bressan e Oliveira (28) perceberam que o ambiente doméstico pode ser um local de risco para a ocorrência de DTA, devido às práticas inadequadas de higiene e manipulação de alimentos, entre as principais práticas inadequadas estão à utilização do mesmo pano de cozinha para secar as mãos e a louça; o descongelamento e recongelamento dos alimentos mais de uma vez; a utilização de utensílio de material inapropriado, além da utilização do mesmo utensílio sem lavá-los para alimentos diferentes. Nunes et al. (8), confirma que a maioria dos surtos ocorrem em domicílios devido a falhas higiênicas na manipulação e a contaminação cruzada através de utensílios ou ambientes contaminados.



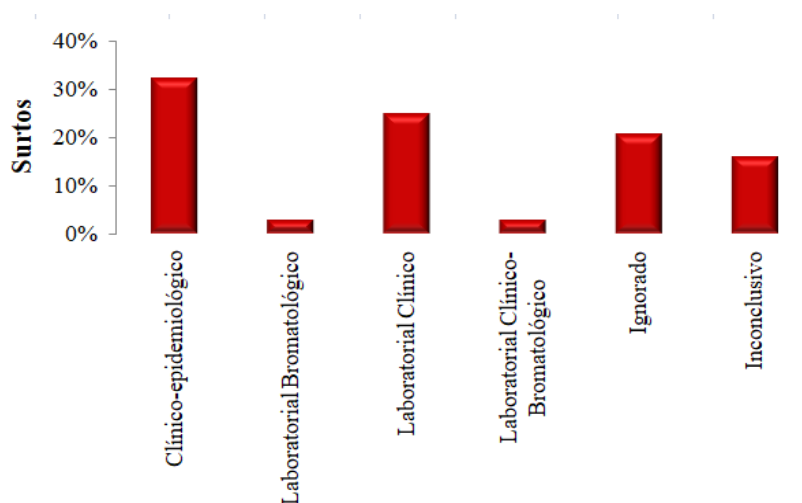
Locais de ocorrência

Figura 23 – Distribuição dos surtos de DTA por locais de ocorrência no estado do Pará, no período de 2010 a 2019.

Fonte: SINAN/SVS/MS (17).

O número de pessoas que se alimentam fora de casa aumenta cada vez mais, isso é resultado das mudanças socioeconômicas ocorridas nos últimos anos, como industrialização, urbanização, a distância entre o local de trabalho e a residência, entre outros fatores (30). Isto explica os crescentes surtos em restaurantes/padarias (similares) e outras instituições (alojamentos/trabalho), totalizando 33,79% (49/145) dos surtos ocorridos de 2010 até 2019. Uma vez que, a praticidade de fazer refeições fora de casa representa um risco à saúde do consumidor, pois a probabilidade de contaminação microbiana é elevada (26). As falhas mais frequentes nestes estabelecimentos ocorrem devido à preparação do alimento com excessiva antecipação e em grandes quantidades, ocasionando condições de tempo e temperaturas apropriadas para o desenvolvimento de microrganismos; conservação inadequada de alimentos quentes; descongelamento inadequado; a cocção inadequada e insuficiente para inativar os microrganismos patogênicos; manipulação dos alimentos por manipuladores infectados ou colonizados por microrganismos patogênicos; e superfícies de equipamentos, utensílios e objetos contaminados, que podem ser fonte de contaminação cruzada (13,31).

Como podem ser visualizados na Figura 8, os surtos de DTA por critério de confirmação no estado do Pará entre 2010 a 2019, demonstram que o encerramento da investigação epidemiológica de surtos de DTA foi inconclusivo em 16% dos surtos, pois dos 145 surtos investigados, 23 não tiveram o agente etiológico envolvido devidamente especificado. Em 63% (91/145) dos surtos com etiologia identificada, 32% (47/145) foram encerrados por critério clínico-epidemiológico, 25% (36/145) por critério laboratorial clínico e 3% (4/145) por critério laboratorial bromatológico e laboratorial clínico-bromatológico. Entretanto, 21% (30/145) dos surtos foram ignorados.



Critério de confirmação do surto

Figura 24 – Distribuição de surtos de DTA por critério de confirmação no estado do Pará, no período de 2010 a 2019.

Fonte: SINAN/SVS/MS (17).

De acordo com Santos et al. (22), o fato de as notificações ocorrerem tardiamente pode prolongar e dificultar a correta investigação dos surtos, devido à dificuldade de se encontrar as pessoas envolvidas e realizar a coleta de amostras, quando necessárias. É comum, nesses casos, que o indivíduo envolvido no surto já não apresente sinais e sintomas, ou tenha iniciado antibioticoterapia, prejudicando a coleta de amostras clínicas. Lombardi et al. (16), constataram em sua pesquisa falhas nos procedimentos realizados pelos médicos no atendimento de casos suspeitos de surtos de DTA em hospitais das redes pública e privada de Uberlândia (Minas Gerais). Os autores observaram erros de comunicação entre os setores de investigação e unidades de saúde, uma vez que na maioria dos casos, as unidades não realizam a notificação, ou quando notificam, lançam dados incompletos (tipo de alimento, pacientes acometidos, dentre outras informações) dificultando as ações dos outros órgãos (vigilância epidemiológica e vigilância sanitária) na elucidação dos surtos.

CONCLUSÕES

Os surtos de DTA ocorridos no estado do Pará entre 2010 e 2019 foram mais frequentes nos municípios de Parauabebas, Belém e Ananindeua. Não foi possível identificar o agente etiológico e nem o alimento na maioria dos surtos, entre os identificados, o protozoário *T. cruzi* e os alimentos a base de frutas se destacaram. Os principais locais de ocorrência dos surtos foram às residências, seguida dos restaurantes/padaria e outras instituições (alojamentos/trabalho). Predominaram os critérios de confirmação clínico-epidemiológico e laboratorial clínico para a identificação dos patógenos.

As evidências epidemiológicas citadas neste trabalho são de grande relevância, a fim de representar o perfil epidemiológico do estado do Pará em relação as DTA,

demonstrando a necessidade de maior atenção durante as investigações. Uma vez que, ainda ocorrem inúmeras falhas e lacunas no registro dos dados durante as investigações.

Os resultados do presente estudo demonstram que grande parte das notificações desses surtos ocorre tardiamente, o que dificulta a investigação dos casos. Portanto, esses dados são alarmantes e requerem atenção das autoridades de saúde para a necessidade de uma maior fiscalização e controle sobre o comércio de alimentos, bem como a adoção de políticas públicas para difusão da informação sobre as boas práticas de fabricação e manipulação dos alimentos e aos riscos associados aos alimentos contaminados.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2010. 158 p.
2. Andrade Júnior FP, Lima BTM, Alves TWB, Menezes MES. Fatores que propiciam o desenvolvimento de *Staphylococcus aureus* em alimentos e riscos atrelados a contaminação: uma breve revisão. Rev Ciênc Méd Biol. 2019; 18(1):89-93. Doi: <https://doi.org/10.9771/cmbio.v18i1.25215>.
3. Forsythe SJ. Microbiologia da segurança dos alimentos. Artmed: Porto Alegre, 2013.
4. Melo ES, Amorim WR, Pinheiro REE, Corrêa PGN, Carvalho SMR, Santos ARSS, Barros DS, Oliveira ETAC, Mendes CA, Sousa FV. Doenças transmitidas por alimentos e principais agentes bacterianos envolvidos em surtos no Brasil. PUBVET. 2018; 12(10):1-9. Doi: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n10a191.1-9>.
5. Malacrida AM, Dias VHC, Lima CL. Perfil epidemiológico das doenças bacterianas transmitidas por alimentos no Brasil. Rev Ciênc Vet Saúde Pública. 2017; 4:158-162. Doi: <https://doi.org/10.4025/revcivet.v4i0.37119>.
6. Bernardes NB, Facioli LS, Ferreira ML, Costa RM, Sá AC F. Intoxicação Alimentar um Problema de Saúde Pública. Rev Multidisc Psicol. 2018; 12(42):894-906. Doi: <https://doi.org/10.14295/idonline.v12i42.1373>.
7. Almeida JC, Paula CMS, Svoboda WK, Lopes MO, Pilonetto MP, Abrahão WM, Gomes EC. Perfil epidemiológico de casos de surtos de doenças transmitidas por alimentos ocorridos no Paraná, Brasil. Semina Ciênc Biol Saúde. 2013; 34(1):97-106. Doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2013v34n1p97>.
8. Nunes SM, Cergole-Novella MC, Tiba MR, Zanon CA, Bento ISS, Paschualinoto AL, Thomaz I, Silva AA, Walendy CH. Surto de doença transmitida por alimentos nos municípios de Mauá e Ribeirão Pires - SP. Hig Aliment. 2017;

- 31(264/265):97-102. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/04/833113/64-265-itecompressed-97-102.pdf>.
9. Bajaj S, Dudeja P. Food poisoning outbreak in a religious mass gathering. *Med J Armed Forces India*. 2019; 75:339-343. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2018.12.015>.
 10. Finger JAFF, Baroni WSGV, Maffei DF, Bastos DHM, Pinto UM. Overview of Foodborne Disease Outbreaks in Brazil from 2000 to 2018. *Foods*. 2019; 8(10):1-10. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods8100434>.
 11. Packer S, Day J, Hardman P, Cameron J, Kennedy M, Turner J, Willis C, Amar C, Nozad B, Gobin M, A cohort study investigating a point source outbreak of *Clostridium perfringens* associated with consumption of roasted meat and gravy at a buffet on Mothering Sunday 2018, South West, England. *Food Control*. 2020; 112(107097):1-7. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107097>.
 12. Marinho GA, Oliveira GS, Lima JL, Lopes WMA, Nunes GA, Nunes MGA. Perfil epidemiológico das doenças transmitidas por alimentos e seus fatores causais na região da zona da mata sul de Pernambuco. *UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde*. 2015; 17:238-243. Doi: <https://doi.org/10.17921/2447-8938.2015v17n4p%25p>.
 13. Sirtoli DB, Comarella L. O papel da vigilância sanitária na prevenção das doenças transmitidas por alimentos (DTA). *Rev Saúde Desenvolv*. 2018; 12(10):197-209. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistasaude/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view/878>.
 14. Mendonça L P, Costa MGA., Macedo RCBS; Sales Júnior RA, Santana FEO, Silva LRC. Doenças emergentes de origem alimentar: uma revisão integrativa. *Rev Bras Educ Saúde*. 2020; 10(3):1-6. Doi: <https://doi.org/10.18378/rebes.v10i3.7570>.
 15. Veiga SMOM, Antonacio NR, Belmonte MG. Qualidade microbiológica de alimentos oriundos do comércio ambulante e intervenção educativa. *Braz J Dev*. 2020; 6(3):14979-14997. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-393>.
 16. Lombardi EC, Bonnas DS, Jardim FBB, Oliveira KA de, Silva RT da. Atuação dos profissionais de saúde na investigação de suspeitas de surtos de DTA's nos hospitais de Uberlândia, Minas Gerais. *Segur Aliment Nutr*. 2019; 27:e020005. Doi: <https://doi.org/10.20396/san.v26i0.8654576>.
 17. SINAN/SVS/MS. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. Banco de dados de 2000 à 2019. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/images/xls/2020/May/11/Dados-Surtos-DTA-2000-a-2019.xls>
 18. Mota PF, Monteiro LBO, Shadday L, Araújo C, Mendes KGB, Reis AKV,

- Brandão F. Análise parasitológica de caldo-de-cana comercializados no Distrito Federal. *REVISA*. 2020; 9(1):65-76, 2020. Doi: <https://doi.org/10.36239/revisa.v9.n1.p65a76>.
19. Mello AG, Gama MP, Marin VA, Colares LGT. Conhecimento dos manipuladores de alimentos sobre boas práticas nos restaurantes públicos populares do Estado do Rio de Janeiro. *Braz J Food Technol*. 2010; 13(1):60-68. Doi: <http://dx.doi.org/10.4260/BJFT2010130100008>.
20. IBGE. Estimativas Populacionais 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>.
21. Klein LR, Bisognin RP, Figueiredo DMS. Estudo do perfil epidemiológico dos surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar no Rio Grande do Sul: uma revisão dos registros no Estado. *Hygeia*. 2017; 13(25):48-64. DOI: <https://doi.org/10.14393/Hygeia132504>.
22. Santos JMR, Ribeiro MC, Ribeiro GC, Souza APF, Nascimento CD, Lopes RCR. Estudo sobre a ocorrência de surtos alimentares em uma região do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. *Visa em debate*. 2017; 5(3):30-36. Doi: <https://doi.org/10.22239/2317-269X.00933>.
23. Barbosa RL, Dias VL, Lorosa ES, Costa EG, Pereira KS, Gilioli R, Guaraldo AMA, Passos LAC. Virulence of *Trypanosoma cruzi* from vector and reservoir in in natura açaí pulp resulting in food-borne acute Chagas disease at Pará State, Brazil. *Exp Parasitol*. 2019; 197:68-75. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2018.10.012>.
24. Bezerra ACD, Mancuso AMC, Heitz SJJ. Alimento de rua na agenda nacional de segurança alimentar e nutricional: um ensaio para a qualificação sanitária no Brasil. *Ciênc Saúde Colet*. 2014; 19(5):1489-1494. Doi: <https://doi.org/10.1590/1413-81232014195.18762013>.
25. Borges JM, Alves RV, Wanderley KM, Achcar MM, Bourdette MDS, Oliveira RC, Moreira RVR, Almeida SML, Costa VM, Croda JHR. Doenças Transmitidas por Alimentos. IN: *Vigilância em saúde no Brasil 2003|2019: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais*. *Bol Epidemiol*. 2019; 50:19-20. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/setembro/25/boletim-especial-21ago19-web.pdf>.
26. Silva LE, Santos WSF, Viana MGS. Análise microbiológica das mãos de manipuladores de alimentos. *Rev Epidemiol Controle Infecç*. 2020; [SI] 10(1):1-12. Doi: <https://doi.org/10.17058/jeic.v1i1.12905>.
27. Pombo JCP, Ribeiro ER, Pinto RL, Silva BJM. Efeito antimicrobiano e sinérgico de óleos essenciais sobre bactérias contaminantes de alimentos. *Segur*

- Aliment Nutr. 2018; 25(2):108-117. Doi: <https://doi.org/10.20396/san.v25i2.8651785>.
28. Bressan EC, Oliveira RC. Práticas em higiene e manipulação de alimentos no ambiente doméstico de moradores de uma comunidade de Joinville/SC. *Redes - Rev Interdiscip IELUSC*. 2020; (2):193-203. Disponível em: <http://revistaredes.ielusc.br/index.php/revistaredes/article/view/38>.
 29. São José JFB. Estratégias alternativas na higienização de frutas e hortaliças. *Rev Ciênc Agrár*. 2017; 40(3):630-640. Doi: <https://doi.org/10.19084/RCA16124>.
 30. Carvalho SJEJ, Mori E. A importância das boas práticas de manipulação dos alimentos em restaurantes: revisão integrativa da literatura. *Rev e-ciênc*. 2017; 5(2):108-115. Doi: <http://dx.doi.org/10.19095/rec.v5i2.269>.
 31. Marmentini RP, Ronqui L, Alvarenga VA. A importância das boas práticas de manipulação para os estabelecimentos que manipulam alimentos. *Ver Facimed*. 2015; 40(8):263-2015. Disponível em: <http://www.facimed.edu.br/o/revista/pdfs/8770b901b3aff4febc857ec524d8cb40.pdf>.

