



1,822	1,349,500
3,680	234,681,000
1,062	85,678,000
485	8,369,000
8,569	189,301,000
6,602	102,498,000
890	24,697,000
6,230	76,002,000
2,436	57,610,000

DESAFIOS DA CADEIA PRODUTIVA E AGROINDUSTRIALIZAÇÃO DE ALIMENTOS

**ORGANIZADORES:
BRUNO FONSECA FEITOSA
DYEGO DA COSTA SANTOS
ELISABETE PIANCÓ DE SOUSA
RAIMUNDA VALDENICE DA SILVA FREITAS
RÔMULO MAGNO OLIVEIRA DE FREITAS**



Venda proibida



Open access



Revisado por pares

EDITOR-CHEFE

Jackson Andson de Medeiros
Agron Food Academy

REVISÃO FINAL

Elisabete Piancó de Sousa

Jackson Andson de Medeiros

CAPA

Jalmir de Medeiros Pereira

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)

Desafios da Cadeia Produtiva e Agroindustrialização de Alimentos [LIVRO ELETRÔNICO]: ORGANIZAÇÃO: FEITOSA, B. F. [et. al] ---1 ED. --- JARDIM DO SERIDÓ, RN: AGRON FOOD ACADEMY, 2024.

PDF.

VÁRIOS AUTORES.

BIBLIOGRAFIA.

ISBN: 978-65-85062-16-9

1. ALIMENTOS 2. AGROINDÚSTRIA 3. PADRONIZAÇÃO 4. TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTO I. FEITOSA, BRUNO FONSECA II. SANTOS, DYEGO DA COSTA III. SOUSA, ELISABETE PIANCÓ IV. FREITAS, RAIMUNDA VALDENICE DA SILVA V. FREITAS, RÔMULO MAGNO OLIVEIRA.

CDD:630

doi 10.53934/202410

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

Agron Food Academy
agronefoodacademy.com

COMISSÃO CIENTÍFICA/AVALIADORA

**ELISABETE PIANCÓ DE SOUSA
DYEGO DA COSTA SANTOS
RAIMUNDA VALDENICE DA SILVA FREITAS
BRUNO FONSECA FEITOSA
ADALVA LOPES MACHADO
ADRIANA MELO LEITE
KATIA REGINA SOUZA
MICHELLE DE OLIVEIRA GUIMARÃES BRASIL
RÔMULO MAGNO OLIVEIRA DE FREITAS
ANTÔNIO ABREU DA SILVEIRA NETO
LUCIENE XAVIER DE MESQUITA CARVALHO
MARCELINO GEVILBERGUE VIANA
PAHLEVI AUGUSTO DE SOUZA
ÊNIO RAFAEL DE MEDEIROS SANTOS
DANIELLE MARTINS LEMOS
FRANCINALVA CORDEIRO DE SOUSA
THAMIRYS LORRANNE SANTOS LIMA
NATIÉLI PIOVESAN
CÍCERA GOMES CAVALCANTE DE LISBÔA
GILVANETE MARIA FERREIRA
FRANCILENE POMPEU GOMES
NATALIA MIRANDA DO NASCIMENTO
LAUANA NATASHA DA GAMA PANTOJA
DEYSE CASTRO DE SOUZA
JOÃO PAULO SANTOS MORAIS
JOÃO VITOR FONSECA FEITOZA
JAYURI SUSY FERNANDES DE ARAÚJO
NEYNA SANTOS MORAIS
JEFFERSON HENRIQUE TIAGO BARROS**

APRESENTAÇÃO DO LIVRO

O livro da coletânea de trabalhos científicos premiados no 2º Congresso Internacional de Tecnologia Agroalimentar (CITA) e 5º Seminário de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SECTA) com abrangências de temáticas voltadas para área de ciência e tecnologia de alimentos e áreas afins, cuja a finalidade é disseminar pesquisas e trabalhos, difundir conhecimentos técnicos e científicos, bem como, sanar as expectativas dos envolvidos no meio acadêmico e empresarial, promover a difusão da produção de alimentos na região do Alto Oeste Potiguar - Rio Grande do Norte, além de estimular a produção científica e fomentar a divulgação dos mais recentes resultados em pesquisas realizadas. Agradecemos aos autores e avaliadores dos trabalhos enviados ao evento e ainda aos congressistas que participaram do 2º Congresso Internacional de Tecnologia Agroalimentar (CITA) e 5º Seminário de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SECTA).

Tema do Livro/evento: "Desafios da Cadeia Produtiva e Agroindustrialização de Alimentos"



SUMÁRIO

Capítulo 01	2
Extração de antocianinas utilizando solventes orgânicos e inorgânicos: Uma revisão das técnicas convencionais e adaptadas visando aplicação na área de alimentos	2
Capítulo 02	12
Nova rotulagem nutricional no Brasil e impactos na indústria de laticínios: uma revisão bibliográfica	12
Capítulo 03	23
Aplicação da farinha da semente de goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.) na produção de brownie: Avaliação sensorial	23
Capítulo 04	32
Avaliação da eficácia de agentes sanitizantes na qualidade microbiológica de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.)	32
Capítulo 05	42
Silício incrementa a qualidade pós-colheita de alface hidropônica	42
Capítulo 06	52
Coloração de uvas ‘BRS Vitória’ submetidas a aplicação de fertilizantes foliares na pré-colheita	52
Capítulo 07	63
A gestão do desperdício de alimentos em restaurantes educacionais: Uma revisão sistemática de literatura	63
Capítulo 08	74
Fracionamento e embalagens na valorização do pólen apícola desidratado comercializado no Brasil	74
Capítulo 09	83
O estudo da modelagem matemática da cinética de secagem do <i>Macrobrachium amazonicum</i> desidratado por <i>Refractance window</i>	83

Área: Análise de alimentos

DOI: 10.53934/202410.01

Capítulo 01

Extração de antocianinas utilizando solventes orgânicos e inorgânicos: Uma revisão das técnicas convencionais e adaptadas visando aplicação na área de alimentos

Jéssica Santos de Oliveira¹; Esaul Lucas Oliveira²; Jessica Brito Santos Ferraz³; Cristiane Patrícia de Oliveira⁴

^{1,2,3,4}Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Itapetinga, Itapetinga-BA, E-mail: jeeloliver10@gmail.com; lucasoliveiraelo@gmail.com; jessicabsferraz@gmail.com; cristianepatricia@hotmail.com
E-mail do autor correspondente: jeeloliver10@gmail.com

RESUMO: As antocianinas são compostos considerados funcionais, apresentando comprovada capacidade antioxidante e antibacteriana, além de serem pigmentos que mudam de cor dependendo do meio no qual estão inseridos. Para a obtenção desses compostos, faz-se necessário o uso de métodos de extração adequados que não interfiram em suas propriedades. O presente trabalho teve como objetivo fazer uma abordagem sobre os tipos de extrações utilizadas para a obtenção do pigmento de antocianinas, visando sua aplicação em diferentes ramos da indústria de alimentos. Para isso, foram feitos levantamentos bibliográficos cujas buscas abrangeram os anos de 2016 a 2023, utilizando termos como "anthocyanins", "anthocyanin extraction", "solvent extraction", "organic solvents" e "inorganic solvents", sendo posteriormente desenvolvida uma tabela com métodos de extração encontrados. Os estudos mostraram que a extração hidroalcoólica é a mais eficaz para a obtenção dos pigmentos, devido à sua alta capacidade de extrair os componentes ativos, sendo também a mais indicada para ser utilizada quando o objetivo é a aplicação em alimentos.

Palavras-chave: Compostos fenólicos; Misturas hidroalcoólicas; Pigmentos.

INTRODUÇÃO

A antocianina é um pigmento heteropolar solúvel em água que pode ser representado pelas cores: vermelho, magenta, roxo, violeta e laranja. A extração da antocianina pode ocorrer por meio de soluções aquosas e alcoólicas, através do método de infusão e fervura (ABE et al., 2007). A matriz vegetal é carregada de pequenas substâncias fenólicas, e a extração é vista como um método viável para liberação de tais compostos, uma vez que consegue absorver e captar agentes antioxidante e microbianos, além dos pigmentos característicos dos vegetais. Entretanto, para uma extração ser eficiente, diversos fatores devem ser controlados, como a temperatura, pH e o método de extração, visando um rendimento total do fruto e que este apresente o mínimo de alterações decorrente da extração em termos de funcionalidades (SANTOS, 2013).

Existem inúmeros métodos de extração que podem ser utilizados visando a extração dos compostos bioativos da matriz dos vegetais, porém, a escolha deve ser restringida a depender da utilização dos extratos e da viabilidade econômica (VIERA et al., 2016).

Dentre os vários tipos de extrações estudada para obtenção do pigmento, destaca-se os métodos convencionais, como a extração hidroalcoólica, soxhlet e solventes de modo geral (VIERA et al., 2016). Certos estudos apontam estas extrações como a mais eficiente (ALIZADEH-SANI et al., 2021; SABINO et al., 2021; FERARSA et al., 2018; FERREIRA et al., 2020). Isto porque a extração utilizando misturas ou solventes puros conseguem obter maiores rendimentos do material. Além disso, Khoo et al. (2017) destacam que a extração utilizando água é a mais indicada por não ser tóxica.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar os tipos de extrações utilizadas para obtenção do pigmento de antocianinas a fim de verificar qual a metodologia mais indicada obtenção de antocianinas a serem aplicadas em diferentes áreas da tecnologia de alimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a coleta das informações sobre as antocianinas e os tipos de extrações realizadas para obtenção do pigmento foi realizado uma revisão de literatura conforme as seguintes etapas:

1. Identificação de artigos científicos e teses sobre os assuntos relacionados (banco de dados da Springer, Scielo, Elsevier e Google scholar), cujas buscas abrangeram os anos de 2016 a 2023 utilizando termos como “anthocyanins”, “anthocyanin extraction “, “solvent extraction”, “organic solvents”, “inorganic solvents”;
2. Levantamento de dados bibliográficos sobre as antocianinas e tipos de extrações;
3. Interpretação dos resultados e escrita do artigo respeitando a pesquisa realizada pelos autores;
4. Elaboração de tabela com os métodos de extração utilizado pelos autores para extração de antocianinas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os artigos levantados no banco de dados acadêmicos (Springer, Scielo, Elsevier e Google scholar) aproximadamente 21 artigos apresentaram técnicas relevantes de extração de antocianinas, cujo a maioria tiveram como objetivo principal a sua extração para aplicação em filmes poliméricos.

Abaixo estão apresentados os estudos que adotaram métodos de extração sólido-líquido para obtenção dos pigmentos característicos das antocianinas. Dez estudos estão expostos na Tabela 1 e onze estão apresentados ao decorrer da discussão.

Tabela 1. Métodos utilizados na extração de antocianinas conforme a técnica sólido-líquido

Fontes de Antocianinas	Métodos de extração	Condições de extração	[] de Antocianinas	Autores
Bérberis	Soluções de água destilada/etanol; 80/20 (v/v) na proporção 1:20 (p/v)	Temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) em agitação por 24 h	$0,724 \pm 0,002$ mg/mL	Alizadeh-Sani et al. (2021)
Jambolão	Soluções aquosas acidificadas de etanol, metanol, acetona (4:1 v/v, solvente:água) com 0,1% de ácido trifluoroacético	Extração de líquido pressurizado, extração por ultrassom por banho e extração por ultrassom por sonda	14,4, 11,25 e 10,43 (mg c3g.g ⁻¹ DF), respectivamente	Sabino et al. (2021)
Casca de berinjela	Solução de etanol e água (50 e 75%, v/v)	Agitação constante a 150 rpm por 60 min a uma temperatura de 25°C	29,011 mg GAE/g MS	Ferarsa et al. (2018)
Bagaço de Mirtilo	Solução de água com ácido cítrico 1% (1:15 m/v)	Banho-maria termostatzado ($80^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$, 240 bpm) controlando o tempo de agitação	$114,2 \pm 0,39$ mg/L	Ferreira et al. (2020)
Repolho-roxo	Solução de etanol-HCl a 80% (v/v)	2 h em agitação a 60°C	8,50 mg/g	He et al. (2022)
Casca do maracujá roxo	Solvente etanol 96%, acidificado com ácido cítrico	banho de óleo mineral, em uma placa de aquecimento com agitação de 1150 rpm	577,59 mg/g	Herrera-Ramirez et al. (2020)
Batata doce-roxa	50,0 g de pó misturados com solução de etanol-água a 40% (1:10, v/v)	6 h em agitação a 60°C	27,49 mg/g	Jiang et al. (2020)

Arroz preto	1 g adicionado a solução de etanol e ácido cítrico 1,0 mol L ⁻¹ na proporção 80:20.	Agitação constante em célula termostaticada, protegida da luz	116,58 mg/100 g ⁻¹	Pedro et al. (2016)
<i>Clitoria ternatea</i> e <i>Carissa carandas</i>	Maceração em etanol 95% na proporção de 1:10 (p/v) para <i>Clitoria ternatea</i> e <i>Carissa carandas</i>	Agitação mecânica por 24 h	0,064 ± 0,02 e 1.053 ± 0,06 (mg/g), respectivamente	Singh et al. (2021)
Rosela	Solução de etanol 50% (g/mL)	Mistura e agitação a 500 r/min em banho-maria a 30 °C por 3 h. Posteriormente filtração a vácuo e depois evaporação rotativa a 50 °C	225,01 ± 3,99 mg/L	Wu & Li (2023)

Fonte: Próprio autor. *[] = Concentração.

De acordo com os estudos elencados acima, o extrato que vem sendo mais utilizado para extração de antocianinas é o etanólico, devido ao potencial máximo de extração. Porém, muito tem-se combinado este método com água, a fim de minimizar o risco de toxicidade da solução viabilizando sua utilização em bases alimentícias. Santos et al. (2022) destacam que a junção entre dois métodos ainda necessita de estudos, além de técnicas de extração convencionais de rápida extração e baixo custo.

Al-Shurait & Al-Ali (2022) durante os seus estudos observaram que para os diferentes meios de extração utilizados a resposta de teores de pigmentos obtidos eram diferentes, sendo o solvente que obteve melhor resultado de extração o álcool etílico acidificado com ácido cítrico na concentração de 5%, seguido da extração de álcool etílico acidificado com ácido clorídrico (HCL), posteriormente o álcool etílico, água pura e a água acidificada com base em teores de extração por solventes. A extração com álcool etílico acidificado com ácido cítrico a 5% conseguiu extrair uma quantidade de pigmento no valor de $76,10 \text{ mg}/100\text{g}^{-1}$ para as cascas de romã no comprimento de onda de 390 nm, enquanto a extração com água extraiu $5,44 \text{ mg}/100\text{g}^{-1}$ no comprimento de onda de 540 nm para a casca do repolho roxo, demonstrando o método de extração pouco efetivo comparado ao anterior.

No estudo de Sabino et al. (2021) foram testadas extrações com etanol, metanol e acetona (4:1 v/v, solvente:água) para obtenção das antocianinas do jambolão, no entanto, o etanol acidificado se demonstrou mais eficiente, extraíndo 58,2% a mais compostos fenólicos que a água acidificada e 22% a mais que o metanol. O etanol acidificado extraiu ($14,4 \text{ mg c}3\text{g.g}^{-1}\text{DF}$) antocianinas a mais do que a extração utilizando metanol acidificado, acetona ou água. No entanto, o problema relacionado com a utilização de etanol é que em um processo extrativo longo pode ocorrer a quebra de compostos sensíveis presente na antocianina, como no caso da cianidina-3-O-glicosídeo (ALBUQUERQUE et al., 2020).

Na extração do pigmento da batata-roxa realizado por Jiang et al. (2020) e Zhão et al. (2022) diferentes valores de antocianinas foram encontrados, isto decorrente da porcentagem de etanol utilizado. Jiang et al. (2020) utilizando etanol-água a 40% (1:10, v/v) conseguiu extrair um teor total de antocianinas da batata-doce roxa de $27,49 \text{ mg/g}$, Zhão et al. (2022) na solução composta somente por etanol a 80% (1:20, p/v) obteve $513 \text{ mg}/100 \text{ g}$ de antocianinas totais da batata-doce roxa.

Fersarsa et al. (2018) avaliaram em seu estudo a composição do teor de antocianinas na casca da berinjela e indicaram que a utilização de extratos hidroetanólicos (50 e 70%) resultam em uma maior extração dos compostos fenólicos e também em um maior rendimento, obtendo 23,101 mg GAE/g MS. Porém, esse valor aumentou quando a solução foi colocada em ultrassônico por 30 min, resultando em uma produção de 29,011 mg GAE/g MS de antocianinas.

Estudos relataram que misturas hidroalcolólicas a base de etanol e água, atuam de forma benéfica no processo extrativo devido a interação da água com o CO₂ que deriva o ácido carbônico, resultando na diminuição do pH da solução e em maiores rendimentos de antocianinas no processo extrativo (KÜHN; TEMELLI, 2017; MONROY et al., 2016).

No estudo realizado por Zhao et al. (2020), para a extração das antocianinas do bagaço de uva foram utilizados como solvente extrator o metanol e ácido fórmico para quantificar e verificar os monômeros presentes da antocianina e seu grau de pureza. Em outro trabalho, utilizando como solvente o metanol e o ácido trifluoroacético (3%) Topino et al. (2016) avaliaram a composição quantitativa de compostos fenólicos na casca da berinjela, onde constataram uma variedade de substâncias, como o ácido clorogênico, ácido cítrico e oxálico, ácido shiquímico, glicoalcalóides, frutose e glicose, demonstrando o solvente utilizado como ótimo extrator de compostos fenólicos.

Contrapondo os métodos utilizados por Topino et al. (2016) e Zhao et al. (2020), Sabino et al. (2021) e Merz et al. (2020) enfatizam que a utilização de solventes orgânicos como metanol e acetronitrila não devem ser utilizados para fins alimentícios, uma vez que, configuram alto potencial toxicológico e carcinogênico. Além disso, o metanol apresenta alta toxicidade representando riscos à saúde humana, o que faz processos realizados com esse tipo de solvente não ser utilizado para fins alimentícios.

Evidenciado o risco deste composto por diversos pesquisadores, o processo de extração da antocianina do mangostão adotando álcool etílico hidratado e metanol ambos acidificados com HCL a 1%, foi testado por Silva et al. (2021). No estudo, o metanol apresentou melhores resultados de extração, porém os pesquisadores optaram por trabalhar com álcool etílico hidratado, uma vez que a diferença foi mínima em teores de antocianinas, além desta substância ser economicamente viável e não apresentar a toxicidade equivalente e reconhecida do metanol.

De acordo com os estudos mencionados acima é possível verificar que a utilização de etanol e água se equivale na eficiência da extração realizada por metanol. Entretanto, para atingir níveis de extração elevados, sem perder as características das antocianinas é recomendado utilizar ácidos fracos durante a extração e controlar o pH para que este não ultrapasse o valor 2. Segundo Tena & Asuero (2022) quando se utiliza água como solvente extrator os ácidos mais efetivos e indicados são, ácido acético, cítrico e tartárico. Isto porque, a utilização de ácidos fracos juntamente com o controle efetivo do pH favorece a estabilidade das antocianinas no meio auxiliando na obtenção do cátion flavílio e outros compostos fenólicos.

CONCLUSÕES

De acordo com o levantamento bibliográfico realizado, pode-se concluir que existem inúmeros tipos de processos de extração sólido-líquido que podem ser utilizados para obtenção de antocianinas sem que estas percam suas funcionalidades e que diversos pesquisadores tem utilizado a extração hidroalcolica visando a aplicação do extrato em materiais que tenham contato com alimentos.

REFERÊNCIAS

- ABE, Lucile Tiemi et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Food Science and Technology**, v. 27, p. 394-400, 2007.
- ALBUQUERQUE, Bianca R. et al. Anthocyanin-rich extract of jabuticaba epicarp as a natural colorant: Optimization of heat-and ultrasound-assisted extractions and application in a bakery product. **Food Chemistry**, v. 316, p. 126364, 2020.
- ALIZADEH-SANI, Mahmood et al. pH-responsive color indicator films based on methylcellulose/chitosan nanofiber and barberry anthocyanins for real-time monitoring of meat freshness. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 166, p. 741-750, 2021.
- AL-SHURAIT, Enas A.; AL-ALI, Rawdah M. Optimal conditions for anthocyanins extracting from some food wastes. **Caspian Journal of Environmental Sciences**, v. 20, n. 3, p. 503-512, 2022.
- FERARSA, Soumia et al. Recovery of anthocyanins and other phenolic compounds from purple eggplant peels and pulps using ultrasonic-assisted extraction. **Food and Bioproducts Processing**, v. 109, p. 19-28, 2018.

FERREIRA, Lauren Fresinghelli et al. Citric acid water-based solution for blueberry bagasse anthocyanins recovery: Optimization and comparisons with microwave-assisted extraction (MAE). **LWT**, v. 133, p. 110064, 2020.

HE, Yunxia et al. Intelligent pH-sensing film based on polyvinyl alcohol/cellulose nanocrystal with purple cabbage anthocyanins for visually monitoring shrimp freshness. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 218, p. 900-908, 2022.

HERRERA-RAMIREZ, Juliana et al. Optimizing the extraction of anthocyanins from purple passion fruit peel using response surface methodology. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 14, n. 1, p. 185-193, 2020.

JIANG, Guangyang et al. Preparation and characterization of indicator films from carboxymethyl-cellulose/starch and purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) lam) anthocyanins for monitoring fish freshness. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 143, p. 359-372, 2020.

KHOO, Hock Eng et al. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. **Food & nutrition research**, v. 61, n. 1, p. 1361779, 2017.

KÜHN, Sabine; TEMELLI, Feral. Recovery of bioactive compounds from cranberry pomace using ternary mixtures of CO₂+ ethanol+ water. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 130, p. 147-155, 2017.

MERZ, Barbara et al. A novel colorimetric indicator film based on chitosan, polyvinyl alcohol and anthocyanins from jambolan (*Syzygium cumini*) fruit for monitoring shrimp freshness. **International journal of biological macromolecules**, v. 153, p. 625-632, 2020.

MONROY, Yaneth M. et al. Influence of ethanol, water, and their mixtures as co-solvents of the supercritical carbon dioxide in the extraction of phenolics from purple corn cob (*Zea mays* L.). **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 118, p. 11-18, 2016.

PEDRO, Alessandra Cristina et al. Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa* L.) by modeling and assessing their reversibility and stability. **Food Chemistry**, v. 191, p. 12-20, 2016.

SABINO, Luiz Bruno de Sousa et al. Optimization of pressurized liquid extraction and ultrasound methods for recovery of anthocyanins present in jambolan fruit (*Syzygium cumini* L.). **Food and Bioproducts Processing**, v. 127, p. 77-89, 2021.

SANTOS, Felipe Nardo et al. Multivariate analysis as tool for optimization of anthocyanins extraction from jambolan (*Syzygium cumini* L.). **Food Analytical Methods**, v. 15, n. 9, p. 2524-2536, 2022.

SANTOS, Wilson Junior. **Extração de compostos antioxidantes da folha de mangueira (*Mangifera indica* L.) utilizando CO₂ supercrítico, água e etanol.** 2013. Tese de Doutorado. [sn].

SILVA, Milena Arão da et al. Otimização estatística da extração de corantes de mangostão. **Engenharia de produtos naturais: planejamento, experimentação, obtenção de produtos e purificação**, v. 1, n. 1, p. 137-152, 2021.

SINGH, Sudarshan et al. Chitosan-poly (vinyl alcohol) intelligent films fortified with anthocyanins isolated from *Clitoria ternatea* and *Carissa carandas* for monitoring beverage freshness. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 182, p. 1015-1025, 2021.

TENA, Noelia; ASUERO, Agustin G. Up-to-date analysis of the extraction methods for anthocyanins: Principles of the techniques, optimization, technical progress, and industrial application. **Antioxidants**, v. 11, n. 2, p. 286, 2022.

TOPPINO, Laura et al. A new intra-specific and high-resolution genetic map of eggplant based on a RIL population, and location of QTLs related to plant anthocyanin pigmentation and seed vigour. **Genes**, v. 11, n. 7, p. 745, 2020.

VIERA, Vanessa Bordin et al. **Compostos bioativos, atividade antioxidante e antimicrobiana na casca de cebola roxa (*Allium cepa* L.) submetidos a diferentes métodos de extração.** 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

WU, Yanglin; LI, Chunwei. A double-layer smart film based on gellan gum/modified anthocyanin and sodium carboxymethyl cellulose/starch/Nisin for application in chicken breast. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 232, p. 123464, 2023.

ZHAO, Mengna et al. Monitoring dynamic changes in chicken freshness at 4 C and 25 C using pH-sensitive intelligent films based on sodium alginate and purple sweet potato peel extracts. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 216, p. 361-373, 2022.

Área: Controle de qualidade de alimentos

DOI: 10.53934/202410.02

Capítulo 02

Nova rotulagem nutricional no Brasil e impactos na indústria de laticínios: uma revisão bibliográfica

Paulo Rodrigo¹; Isabella Cruz ²; Adriano Gomes da Cruz ³; Erick Almeida⁴.

^{1,3,4}Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PCTA), IFRJ Câmpus Maracanã, paulo.rodrico@ifrj.edu.br; adriano.cruz@ifrj.edu.br; erick.almeida@hotmail.com

²MBA, USP/ESALQ Câmpus Pirassununga, isabellaoliveiradasilvacruz@gmail.com

RESUMO: O rótulo dos produtos alimentícios tem a importante função de estabelecer a comunicação entre o fabricante, produto e consumidor. Dentre as informações comunicadas, há destaque para a composição nutricional, lista de ingredientes, data de validade, presença de alergênicos e instruções de preparo, além de apresentar alegações de saúde e sustentabilidades que podem estar relacionadas ao produto. Este estudo analisou a nova rotulagem nutricional no Brasil (RDC nº 429/2020) e seus impactos na indústria de laticínios. Observou-se a alta relevância de compreender a percepção dos consumidores sobre as informações comunicadas nos rótulos, assim como, as medidas de padronização das informações que se tornaram mandatórias para os fabricantes, para garantir a justa concorrência e a conformidade regulatória necessária para assegurar a integridade do mercado. Adicionalmente, há melhorias na comercialização de produtos a nível local, o que agrega valor à cadeia produtiva de laticínios. A inserção de novas informações na rotulagem frontal, símbolos, esquemas e sistemas, foi proposta para comunicar informações concisas que possam facilitar escolhas alimentares mais saudáveis. A nova rotulagem frontal, particularmente, tem sido indicada como estímulo para a reformulação de laticínios em direção a maior saudabilidade.

Palavras-chave: Leite; Rótulo; Saudabilidade.

INTRODUÇÃO

As Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT's) são responsáveis por aproximadamente dois terços do total de mortes no mundo, sendo a alimentação não saudável, um fator de risco evitável compartilhado pela maioria das DCNTs (WAXMAN, 2004; OMS, 2002). Para reduzir o risco de doenças crônicas, a Organização Mundial de Saúde recomenda que indivíduos e populações limitem sua ingestão de alimentos ricos em gorduras saturadas, colesterol, açúcares simples adicionado e sódio, assim como, sugere a não ingestão de gorduras trans. A fim de ajudar os consumidores a escolher alimentos consistentes com estas recomendações, a Organização Mundial de Saúde apoia o fornecimento de informações de rotulagens precisas, padronizadas e compreensíveis sobre o conteúdo dos alimentos (OPAS, 2020).

No Brasil, a RDC nº 429 de 2020 enrijeceu os critérios de rotulagem nutricional dos alimentos embalados, incluindo a rotulagem nutricional frontal, que assegura a declaração padronizada simplificada do alto conteúdo de nutrientes específicos no painel principal do rótulo do alimento. O Rótulo Nutricional Frontal (RNF) é um esforço internacional que tem sido recomendado como medida para auxiliar os consumidores na interpretação de alegações nutricionais quantitativas. De modo geral, a rotulagem nutricional frontal corresponde a uma advertência presente na frente do rótulo, com intuito de informar o consumidor de forma simplificada sobre o alto conteúdo de nutrientes que podem ter impacto negativo na saúde.

No Brasil, utiliza-se a imagem de lupa preta em fundo branco junto com os dizeres que dizem respeito ao alto teor de açúcar, sódio e gordura saturada (RDC nº 429 de 2020). Em laticínios, há especial interesse em se descobrir o impacto desta sinalização em alimentos com alto teor de açúcar adicionado como iogurtes, bebidas lácteas, leites probióticos e sobremesas lácteas, assim como, preocupações quanto a indicação de alto teor de gordura saturada e sal nos queijos.

Nos últimos anos, quatro países da América Latina – Chile, Peru, Uruguai e México – definiram um alerta RNF no formato de octógono como compulsório (MICHELINI et al., 2019). Enquanto, conforme exposto anteriormente, o Brasil, via Agência Nacional de

Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou em 2020 um modelo de RNF na forma de um retângulo preto com uma lupa, semelhante ao que foi discutido no Canadá (BRASIL, 2020).

No entanto, apenas dois estudos avaliaram a eficácia deste modelo. Ainda que de forma incipiente, tem sido observado que as advertências facilitam a identificação de produtos com elevado teor de nutrientes associados a doenças não transmissíveis, sendo que a utilização de imagens familiares é eficaz em transmitir uma “mensagem de alerta” quando comparadas a imagens menos conhecidas (DELIZA et al., 2020).

O desempenho dos modelos RNF também pode ser afetado por fatores como a motivação para a saúde, facilidade de preparo e preço. Bem como aspectos relacionados ao design do próprio modelo, como sua capacidade de atrair atenção, a facilidade dos consumidores em identificá-los e de processar suas informações. O impacto da familiaridade com a figura e o reconhecimento do RNF sugere a importância de se realizar estudos a nível local para identificar padrões mais adequados à população de cada país (DELIZA et al., 2020). O objetivo do estudo é apresentar o impacto da nova rotulagem na indústria de laticínios.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada entre 2020 e 2023. O levantamento bibliográfico foi realizado através das bases de dados Elsevia, ANVISA e Scielo, sendo os principais termos utilizados para a buscas: Rótulo Nutricional Frontal (RNF), indústria láctea, Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

RDC n° 429/2020 e Instrução Normativa (IN) n° 75/2020

Em relação a rotulagem nutricional no Brasil, vigora a legislação publicada em 9 (nove) de outubro de 2020. A medida adota a rotulagem nutricional frontal e estabelece mudanças na tabela de informações nutricionais de todos os produtos alimentícios comercializados no país (ANVISA, 2020).

Lupa

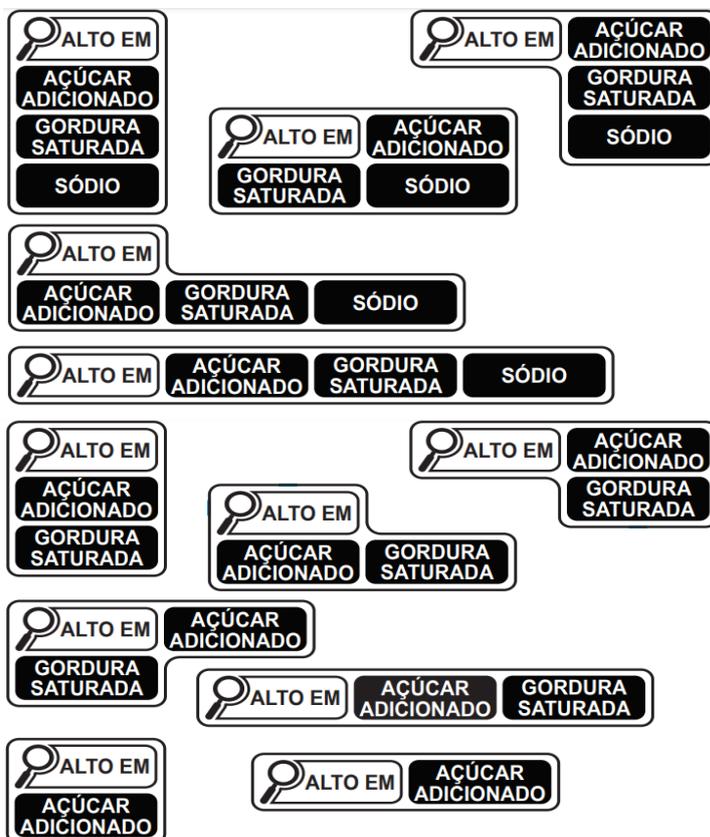
A nova legislação preconiza que produtos que possuam alto teor de açúcar, gordura e sódio adicionem uma lupa frontal nas embalagens (Figura 1). Além disso, outra mudança que vai impactar bastante as embalagens é a mudança na tabela nutricional, que agora terá uma nova coluna adicionada (ANVISA, 2020).

Kong et al. (2021) observaram que 25% dos alimentos na categoria de lácteos e alternativas lácteas atendem os critérios para serem considerados hiperpalatáveis, isso é, alimentos que possuem a propriedade de produzir uma palatabilidade artificial que gera uma resposta intensa do sistema de recompensa neurológica. Tem sido sugerido que a combinação de pelo menos dois ingredientes principais (gordura, açúcar, sódio e carboidratos) em quantidades médias/altas esteja diretamente relacionado a hiperativação do sistema de recompensa (SOUTO PORTEL et al., 2023).

Consequentemente, uma resposta excessiva do sistema de recompensa reduz a resposta do mecanismo sensorial específico de saciedade e atrasa a cessação alimentar (FAZZINO et al., 2019). Em laticínios, esse efeito é particularmente importante, pois grande parte dos consumidores associam produtos lácteos com ideias de saudabilidade, como por exemplo o consumo de iogurte e correlatos (TREMBLAY & PANAHÍ, 2017), sendo que estes muitas vezes podem apresentar altos teores de gordura e açúcar, assim como alguns queijos brancos e semissólidos, também associados a estilo de vida saudável, podem apresentar alto teor de gordura e sódio (SCUDINO et al., 2023).

É importante que os fabricantes se atentem para este ponto sobre a lupa frontal, justamente para que se possa começar uma reflexão a partir do prisma do próprio consumidor, prisma este que deve preceder a forma como pensam os designers das empresas, pois certamente haverá impacto nas embalagens.

Figura 1. Lupas para indicação do alto teor de açúcar adicionado, gordura saturada e sódio.



Fonte: IN n° 75/2020; ANVISA (2020).

Nova Tabela Nutricional

Historicamente, consolidou-se no mercado, o uso de tabelas com certo grau de poluição visual, isso é, que apresenta a figura e o fundo com pouco contraste, e a tipografia com cores muito parecidas com o fundo.

Esta falta de destaque no que diz respeito aos dados contidos na tabela, prejudica a leitura das informações pelos consumidores na gôndola. Tal dano é agravado caso os clientes em questão sejam pessoas idosas, com problemas de visão ou até mesmo daltônicas. Por conta disso, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária decidiu padronizar as tabelas nutricionais com a nova legislação (Figura 2) - todas com o fundo branco e letras pretas (ANVISA, 2020). Países como os Estados Unidos da América, que utilizam tabelas *Nutrition Facts* já adotam modelos com contraste de letras pretas em fundo branco (ARES et al., 2018).

Figura 2. Novo modelo de tabela nutricional proposto na RDC nº 249/2020 e IN nº 75/2020.

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

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

Fonte: IN nº 75/2020; ANVISA (2020).

Rotulagem de Laticínios

O mercado de laticínios, com sua pluralidade de produtos, será afetado de maneiras distintas no que diz respeito a RNF, uma vez que haverá itens que precisarão melhor se adequar mediante a nova legislação e outros não (ANVISA, 2020).

- Açúcares Adicionados

A começar pela mudança de maior impacto, a informação de açúcares adicionados, será imprescindível na tabela de informações. A mesma legislação determina o que são considerados açúcares adicionados, dentre os quais se distinguem a sacarose e a própria lactose do leite (ANVISA, 2020). Todavia, por definição, açúcares naturalmente existentes nos componentes não devem ser levados em conta. Isto se aplica tanto para a frutose presente nas frutas quanto para a lactose existente no leite.

As delimitações apresentadas são de 7,5g de açúcar adicionado por 100mL em alimentos líquidos e 15g por 100g em comestíveis sólidos. Se porventura um alimento possuir medidas superiores a estas, estará sujeito à inclusão da lupa em seu rótulo (ANVISA, 2020). Não havendo a necessidade de considerar a lactose natural do leite, o foco em questão passa a ser a sacarose. Assim, efetivamente, o impacto desse selo se restringe aos doces, leite

condensado, iogurte, bebidas e sobremesas lácteas. No que concerne aos impactos tecnológicos da adição de açúcar nestes decorrentes, é necessária uma maior atenção. É usual imaginar somente a palatabilidade da mercadoria ao falar de açúcar, contudo, este também performa um papel essencial na textura do produto (ARES et al., 2018). Geralmente, nos produtos fermentados, o limite de 15g de açúcar pode levar a uma crescente utilização de aromas e edulcorantes, no entanto, também poderá estimular um emprego maior de estabilizantes. As empresas, pelo visto, farão as adequações necessárias para não ter os seus rótulos “manchados” pelo aviso. O mesmo se aplica às sobremesas.

Já nos alimentos concentrados, além do sabor de da textura, o açúcar é muito importante para o controle do desenvolvimento microbiano, por conta da redução de atividade de água do produto (MACHÍN et al., 2018). Tanto para o leite condensado quanto para o doce de leite, produtos baseados em açúcar, as alternativas tecnológicas são escassas e acabam por comprometer a identidade do produto (MAIA et al., 2020). De fato, é um grande obstáculo, pois estão em questão produtos com 45% de açúcar em média. Os novos selos aumentam a transparência da comunicação com os consumidores, todavia, o impacto disto na aceitação e consumo dos indivíduos deve ser monitorado de perto pelos fabricantes, que, por sua vez, deverão estar abertos a possíveis reformulações do produto.

- Gorduras Saturadas

As gorduras saturadas serão consideradas em toda sua abrangência, não importando qual seja a fonte. Se um alimento tiver teor de gordura saturada superior a 3g por 100mL ou 6g por 100g, é obrigatório exibir o rótulo de gordura saturada, mesmo que seja um produto à base de laticínios (ANVISA 2020).

As exceções de rotulagem frontal para produtos lácteos aplicam-se apenas ao leite não formulado, que inclui leite pasteurizado tipo A, e leite UHT, independentemente da espécie de mamífero. O leite em pó também está isento de rotulagem frontal, mesmo que ultrapasse o limite preconizado na literatura (RODRIGUES JÚNIOR, 2021).

Os alimentos à base de natas (creme de leite) serão provavelmente os mais impactados por este regulamento. Isso inclui produtos que vão desde variações UHT com baixo teor de gordura, contendo 15% de gordura total, até manteiga, que contém 84% de gordura total. A

gordura láctea é composta principalmente por gordura saturada, representando 60-70% de sua composição. Como resultado, todos os derivados de gordura láctea excedem o limite estabelecido e requerem um exame mais detalhado (RODRIGUES JÚNIOR, 2021).

Esta lista também pode incluir queijos, devido à forma como a coagulação e o corte da coalhada resultam na retenção de gordura. Vale ressaltar que a maioria dos queijos disponíveis atualmente apresenta teor de gordura total superior a 15%, indicando que também contêm mais de 10g de gorduras saturadas por 100g (ANVISA, 2020). Será proibida a rotulagem de informações nutricionais de queijos, desde que não sejam incluídas fontes adicionais de gordura saturada. Deste modo, a nova política pode ter seu efeito suavizado no mercado do queijo, contribuindo para a controvérsia sobre o papel do produto em dietas saudáveis (RODRIGUES JÚNIOR, 2021).

- Sódio

Os limites estabelecidos para o sódio são de 300mg para cada 100mL de líquidos ou 600mg para cada 100g de sólidos (ANVISA, 2020). Embora o leite contenha uma certa quantidade de sódio, está naturalmente bem abaixo desses limites.

De acordo com o depoimento divulgado, a presença do selo de sódio no rótulo do produto indicaria que o produto contém adição de sódio ou foi submetido a processo de secagem. Por exemplo, o leite em pó desnatado tem em média 630mg de sódio por 100g, mas não é obrigatória a indicação do teor de sódio no rótulo frontal do leite em pó (ANVISA, 2020). Os principais contribuintes de sódio na produção de derivados lácteos vêm dos agentes estabilizantes, como fosfatos e citratos, bem como do uso de sal de cozinha comum (MAIA et al., 2020).

No queijo, há particularidades que devem ser consideradas, pois o sal tem nestes produtos, um papel que vai além da função sensorial, exercendo função tecnológica e conservativa. Neste sentido, há que se observar a legislação específica aplicável a cada tipo de queijo, para determinar se o sal é um componente obrigatório ou facultativo, no segundo caso exigir-se-á a lupa. Ao examinar os RTIQ's individuais, observamos que a maioria dos queijos exige a presença do sal como ingrediente essencial e isso dispensa o produto da lupa, mas produtos como o requeijão não estariam isentos da obrigatoriedade.

CONCLUSÕES

A nova rotulagem impactará a indústria de laticínios mais fortemente nos setores de doces, sobremesas e bebidas prontas para o consumo (iogurte, bebida láctea e leites fermentados). O leite, por sua vez, é pouco afetado pela nova legislação em decorrência de sua constituição natural. Nos queijos, embora haja alto teor de gordura saturada, ocorrerá a dispensa do selo em decorrência da presença natural do nutriente. Quanto ao alerta de sódio, observar-se-á a legislação específica de cada queijo, pois haverá dispensa para os produtos que contenham em seu RTIQ, a inclusão do sal como ingrediente obrigatório. Por exemplo, ainda que o Minas Padrão e Parmesão sejam queijos que contem aproximadamente 2% de sal, o fato disto contar no RTIQ os dispensa da rotulagem de alto em sódio.

REFERÊNCIAS

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2020. RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. **Diário Oficial da União** [online]. p. 24. 2020. Retrieved from: [https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-](https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599%0Ahttp://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/RDC_429_2020_.pdf)

[282070599%0Ahttp://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/RDC_429_2020_.pdf](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/RDC_429_2020_.pdf)

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Rotulagem nutricional dos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, nº 195, 9 out. 2020.

SOUTO PORTEL, C. et al. Are healthiness and pleasure dimensions perceived similarly by people with food addiction in Brazil? A case study using holistic sensory methodologies. **Food Research International**. p. 113206. 2023.

DELIZA, R. et al. How do different warning signs compare with the guideline daily amount and traffic-light system? **Food Quality and Preference**, v 80, 2020.

FAZZINO, T. L. et al. Hyper-Palatable Foods: Development of a Quantitative Definition and

Application to the US Food System Database. **Obesity**, v. 27, n. 11, p. 1761–1768, 2019.

RODRIGUES JÚNIOR, P. H. Como ficam os lácteos em relação à nova rotulagem? **MilkPoint**, v. 1, 2021.

KONG, K. L. et al. The prevalence of hyperpalatable baby foods and exposure during infancy: A preliminary investigation. **Frontiers in Psychology**, 614607, 2021

MACHÍN et al. Traffic light system can increase healthfulness perception: Implications for policy making. **Journal of Nutrition Education and Behavior**. v. 50, n. 7, p. 668–674, 2018.

MAIA, E. G. et al. What to expect from the price of healthy and unhealthy foods over time? The case from Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 23, n. 4, p. 579–588, 2020.

MICHELINI, Y. et al. LATEMO-E: A film database to elicit discrete emotions and evaluate emotional dimensions in latin-americans. **Trends in Psychology**, v. 27, n. 2, p. 473–490, 2019.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Relatório mundial de violência e saúde**. Genebra, 2002. 357 p.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Advertências frontais nos rótulos ajudam consumidores a escolher alimentos mais saudáveis, revela novo relatório da OPAS**, v. 1, 2020.

SCUDINO, H. et al. Consumers' attitudes of high-intensity ultrasound in Minas Frescal cheese processing: An innovative approach with text highlighting technique. **Food Research International**, v. 167, 2023

TREMBLAY, A. & PANAHI, S. Yogurt consumption as a signature of a healthy diet and lifestyle. **Journal of Nutrition**, v. 147, n. 7, p 1476S-1480S, 2017.

WAXMAN, A. The WHO global strategy on diet, physical activity and health: The controversy on sugar. **Development**, v. 47, n. 2, p. 75–82. 2004.

Área: Desenvolvimento de novos produtos

DOI: 10.53934/202410.03

Capítulo 03

Aplicação da farinha da semente de goiaba (*Psidium guajava* L.) na produção de brownie: Avaliação sensorial

Thalison Gustavo da Costa Antunes¹; Astrid Lopes Freire Iório²; Kenia Alves Pereira³;
Yanara Gomes de Oliveira⁴, Maíra Felinto Lopes⁵; Alfredina dos Santos Araújo⁶

^{1,2,3,4,5,6}Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal – PB, E-mail: tguga18@gmail.com; astridlopes17@gmail.com; keniaalves.jpg@gmail.com; yanaragoliveira@gmail.com; maira.felinto@professor.ufcg.edu.br; alfredina@ccta.ufcg.edu.br

RESUMO: O brownie é um tipo de bolo de chocolate originário nos Estados Unidos e muito aceito em todo mundo pelo seu sabor doce e textura agradável, sua formulação pode variar bastante, no entanto, é comum a utilização de algum tipo de farinha, podendo ser ela de trigo ou de alguma fonte alternativa e até mesmo um misto para substituição parcial da primeira. O presente trabalho avaliou a incorporação da farinha da semente da goiaba em três diferentes formulações (10, 20 e 30%) como substituição parcial da farinha de trigo. Os testes ocorreram com 73 provadores de perfis diferentes, nos quais foram aplicados a escala hedônica de 9 pontos, o teste de intenção de compra e o Check-All-That-Apply (CATA). A avaliação apontou uma boa aceitação pelos provadores, com notas médias para a escala hedônica acima de 7,0 e intenção de compra acima de 70%, considerando o produto aceitável sensorialmente e passível de venda, concluindo que a substituição da farinha de semente de goiaba foi um sucesso em parâmetros sensoriais.

Palavras-chave: Aceitação sensorial; Alimento funcional; Farinha alimentícia; Panificação.

INTRODUÇÃO

O brownie é um bolo de chocolate denso e úmido, originário dos Estados Unidos. Sua receita pode variar de acordo com os ingredientes adicionais, como nozes, frutas ou chocolate branco. O brownie pode ter benefícios nutricionais, como fornecer energia, antioxidantes e fibras, mas também pode apresentar riscos à saúde, como obesidade, diabetes e cáries, se consumido em excesso (SILVA et al., 2017; MARTINS et al., 2018; SANTOS et al., 2019).

A substituição da farinha de trigo por farinhas alternativas em brownie pode melhorar o valor nutricional e a diversidade dos produtos sem glúten. Algumas farinhas alternativas que podem ser usadas são a fécula de mandioca, a farinha de soja, de quinoa e a de goiaba, que é um subproduto do processamento do fruto que não é aproveitado, podendo ser incorporado a outros produtos (AQUINO et al., 2010). Essas farinhas apresentam maior teor de proteínas, lipídios, fibras e minerais do que a farinha de trigo. No entanto, a substituição pode afetar as características físicas e sensoriais dos brownies, como a cor, a textura, o sabor e a aceitação dos consumidores. (SILVA et al., 2015; MARTINS et al., 2018; SANTOS et al., 2020).

Para isso, utiliza-se da análise sensorial, que é uma ferramenta essencial para avaliar a qualidade e a aceitação de produtos alimentares, considerando as preferências e exigências do consumidor. Ela permite verificar as características sensoriais de um alimento, como aparência, cor, textura, sabor e aroma, além de é útil para o desenvolvimento de novos alimentos, utilizando resíduos ou ingredientes alternativos, que podem melhorar o valor nutricional e a diversidade dos produtos sem glúten. (MARTINS et al., 2010; SILVA et al., 2019; EMBRAPA, 2021). O presente trabalho avaliou a incorporação da farinha da semente da goiaba em três diferentes formulações (10, 20 e 30%) como substituição parcial da farinha de trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nos Laboratórios do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, da

Universidade Federal de Campina Grande, campus de Pombal – PB. O produto em questão apresenta uma patente de invenção depositada em conjunto com os autores do projeto e a instituição de ensino no Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI) com número de depósito BR 10 2023 021585 8.

Elaboração dos brownies

Inicialmente, os ingredientes serão devidamente pesados e separados, posteriormente, mistura os ingredientes como: ovos, margarina e o açúcar, logo após mistura os demais ingredientes secos como: farinha de trigo, farinha da semente da goiaba e o cacau em pó de 32%. Mistura a massa até se obter uma homogeneidade dos ingredientes úmidos e secos.

Foram feitas 3 formulações (Tabela 1), 10, 20 e 30% de farinha da semente de goiaba para um total de 150g de farinha de trigo, em seguida a massa foi colocada em bandeja de alumínio forradas com papel manteiga, levados ao forno onde ficou assando por 30 minutos à temperatura de 200°C, utilizando um forno convencional com gás de cozinha. Em seguida, os brownies foram esfriados em temperatura ambiente, manualmente cortado em pedaços retangulares de aproximadamente 50g cada, posteriormente separados para as devidas análises.

Tabela 1. Formulação base dos ingredientes utilizados na elaboração dos brownies.

Ingredientes	Tratamentos		
	T ₁ (10%)	T ₂ (20%)	T ₃ (30%)
Farinha de Trigo (g)	135	120	105
Margarina (g)	95	95	95
Açúcar cristal (g)	220	220	220
ovo (und.)	4	4	4
Cacau em pó 32% (g)	180	180	180
Farinha de semente de goiaba (g)	15	30	45

Fonte: autores (2023).

Análise Sensorial

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal, seguindo todos os protocolos de segurança orientados.

A análise ocorreu com cerca de 73 provadores não treinados, as amostras de brownies foram entregues aos provadores com números de 3 dígitos aleatórios, indicando a ordem em que os provadores deveriam provar, junto as amostras, foi entregue uma ficha sensorial na qual os provadores deverão preencher.

As amostras foram avaliadas quanto a aceitação sensorial dos brownies por meio de escala hedônica de 9 pontos, onde 1 = “Desgostei extremamente” e 9 = “Gostei extremamente (MEILGAARD et al., 1999) para os índices de aparência, cor, sabor, aroma, textura e aceitação global, aplicando o teste de atitude será avaliada intenção de compra em uma escala de 5 pontos, nas extremidades sendo “certamente compraria e “certamente não compraria”, também foi aplicado o teste “Verifique tudo que se aplica” (CATA: Check-All-That-Apply), no qual vários parâmetros pré-estabelecidos estavam na aba de opção para ser marcada, de acordo com o que o provador sentisse, ele marcava na ficha, tais parâmetros foram baseados em possíveis sensações dos provadores na hora de provar as amostras.

Método Estatístico

Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão. Diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$, utilizando o Teste de *Tukey* a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi feito o perfil dos provadores antes do momento da análise, onde cerca de 66,7% eram do sexo feminino e 33,3% do sexo masculino, com idades variadas, onde 77,4% têm entre 19 a 24 anos, cerca de 84,9% afirmaram consumir brownie, no entanto somente 26,2% afirmaram consumir com frequência, a resposta dos restantes variaram

desde dificilmente, até raramente, quase nunca, etc. Apesar da pouca frequência, a maioria dos provadores afirmou gostar de brownie.

Tabela 2. Resultados da escala hedônica para as 3 formulações de brownie.

Tratamentos	Parâmetros avaliados					
	Cor	Aparência	Odor	Sabor	Textura	Aceitação global
T1 (10%)	7,69b±1,34	7,68a±1,35	8,07a±1,14	7,93a±1,21	7,84a±1,14	7,90a±1,09
T2 (20%)	8,36a±0,79	7,86a±1,30	7,86a±1,16	7,89a±1,11	7,63a±1,49	7,80a±1,10
T3 (30%)	8,01ab±0,96	7,53a±1,44	8,06a±1,12	7,95a±1,12	7,74a±1,34	7,75a±1,36

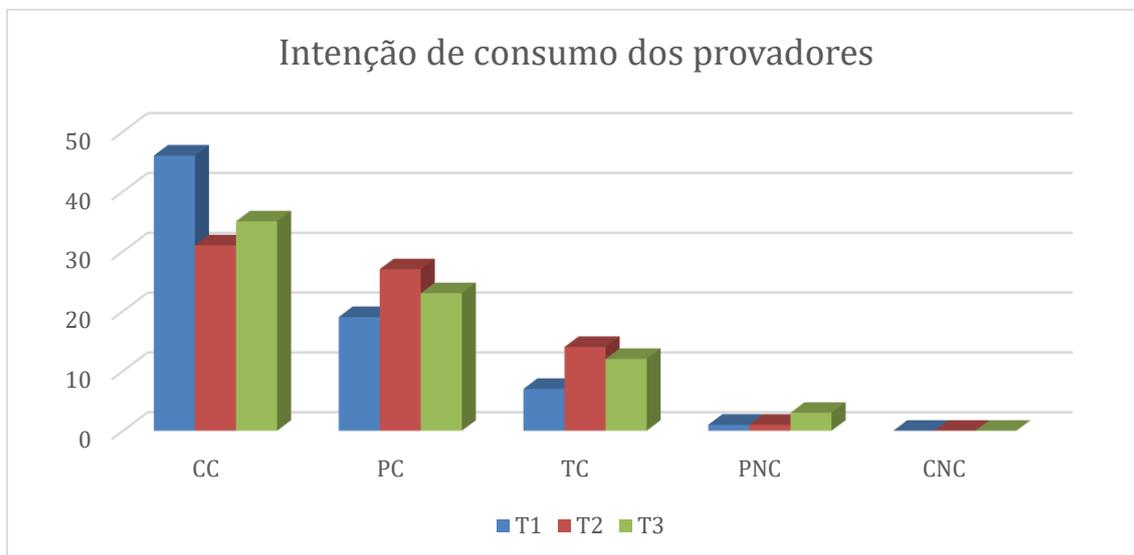
Fonte: autores (2023).

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 2 apresentou os valores médios obtidos da avaliação sensorial das três formulações do brownie. Podemos observar que em relação ao atributo cor a amostra T2 e T3 se apresentou iguais estatisticamente enquanto a amostra T1 diferenciou-se das demais, é possível de ser justificável pelo aumento da concentração da farinha da semente de goiaba e como consequência a diminuição da concentração da farinha de trigo, além do aumento da concentração de cacau em função da segunda ocorrência, o que pode ter despertado a sensação de diferença nos provadores.

As médias se apresentam na faixa 7 que na escala hedônica representa o “Gostei moderadamente” como aparência, odor, sabor, textura e aceitação global as médias obtidas pelo brownie com a farinha da semente da goiaba foram bastantes satisfatórias. Na Figura 1, é possível observar a intenção de compra dos provadores

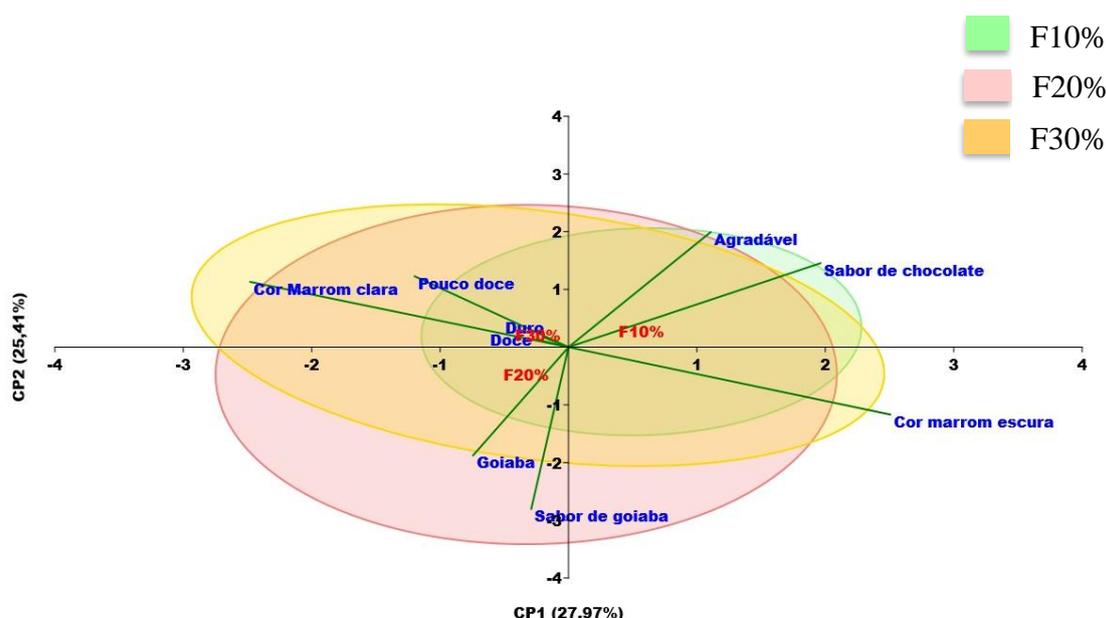
Figura 2. Intenção de compra dos provadores.



CC: Certamente compraria; PC: Possivelmente compraria; TC: Talvez compraria, talvez não compraria; PNC: Possivelmente não compraria; CNC: Certamente não compraria. Fonte: autores (2023).

Quanto à intenção de consumo, os provadores expressaram uma atitude positiva, para as formulações de brownies caso estivessem disponíveis no mercado. O percentual positivo deu-se pela somatória das categorias “provavelmente consumiria” e “certamente consumiria”. Com aproximadamente 80% dos provadores declararam que consumiriam os brownies das formulações T1, T2 e T3 respectivamente, visto que o índice de aceitação deve ser igual ou superior a 70% para ser considerado satisfatório, desta forma o produto elaborado no presente estudo pode ser considerado passível de comercialização.

Figura 2: Gráfico de frequência de escolha de cada atributo para brownie para o questionário CATA.



Fonte: autores (2023).

Foram avaliados os atributos como cor, sabor, aroma e textura, os dados obtidos Na Figura 2 pode-se observar que os atributos se distribuíram para cada formulação, os atributos como agradável (aroma), sabor de chocolate e cor marrom todos estão associados as formulações F10% (elipse verde), F20% (elipse rosa) e F30% (elipse amarela), porém a que tem intensidade maior será para formulação F10% (elipse verde), já os atributos como sabor de goiaba e goiaba (aroma) estão para F20% isso pode ter sido pelo aumento da concentração da farinha da semente de goiaba e na diminuição da farinha e trigo, o aumento para 30% da F3 pode ter causado uma estranheza na textura do produto, fazendo com que as provadores sentissem sabor de goiaba mais forte na F2, por fim os atributos de cor marrom clara, pouco doce e duro estão para formulação F30% e para formulação de F20%, onde as concentrações de farinha eram mais elevadas.

CONCLUSÕES

Pelos dados apresentados, pode-se concluir que a farinha da semente da goiaba (*Psidium guajava* L.) teve sucesso em sua aplicação no brownie havendo uma boa aceitação sensorial pelos provadores, destacando-se o T1 (10%), no entanto, todas as amostras tiveram uma excelente aceitação pelos provadores, tornando assim, possível a viabilidade da adição pelo menos até o teor de 30% observado no presente trabalho, para um resultado mais conclusivo, recomenda-se novos estudos com concentrações mais altas e uma padronização dos grãos da farinha cada vez menores.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. C. M. S. et al. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 379-86. 2010.

EMBRAPA. **Tecnologia de Alimentos - Sensorial**. Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/qualidade/sensorial>. Acesso em: 05 nov. 2023

MARTINS, A. P. et al. Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 5, p. 894-903, 2010.

MARTINS, A. P. et al. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 296-304, 2015.

MARTINS, A. P. et al. Revisão sobre a doença de alzheimer: diagnóstico, tratamento e prevenção. **Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental**, n. 19, p. 65-73, 2018.

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. Sensory evaluation techniques. 4. ed. Boca Ratón: **CRC Press**, 1999.

SANTOS, J. R. et al. Utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação: uma revisão literária. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1-16, 2020.

SANTOS, J. R. et al. Efeitos do consumo de chocolate sobre o humor e o comportamento de estudantes universitários. **Revista de Psicologia da IMED**, v. 11, n. 2, p. 149-163, 2019.

SILVA, A. C. et al. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 287-295, 2015.

SILVA, A. C. et al. Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. 1-9, 2019.

SILVA, A. C. et al. Utilização de fitoterápicos por idosos: resultados de um inquérito domiciliar no município de São Paulo. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, n. 1, p. 51-58, 2017.

Área: Higiene e segurança alimentar

DOI: 10.53934/202410.04

Capítulo 04

Avaliação da eficácia de agentes sanitizantes na qualidade microbiológica de alface (*Lactuca sativa* L.)

Maria Tacinara da Silva Paiva¹; Maria Dawany de Oliveira Silva²; Lorena Rodrigues Viana³;
José Leonardo de Souza Oliveira⁴, Raimunda Valdenice da Silva Freitas⁵

^{1,2,3,4}Discente do curso Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN *Campus* Pau dos Ferros, e-mail: maria.tacinara@escolar.ifrn.edu.br; dawany.oliveira@escolar.ifrn.edu.br; lorena.v@escolar.ifrn.edu.br; j.leonardo@escolar.ifrn.edu.br

⁵Docente do curso Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN *Campus* Pau dos Ferros, e-mail: valdenice.freitas@ifrn.edu.br

E-mail do autor correspondente: maria.tacinara@escolar.ifrn.edu.br

RESUMO: A falta de conhecimento sobre a importância da higienização de vegetais folhosos pode levar a Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's). Dentre as hortaliças existentes, a alface é uma das mais vulneráveis à contaminação, devido sua origem e forma que favorece o acúmulo de sujeiras e contaminações. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de agentes sanitizantes na qualidade microbiológica de alface (*Lactuca sativa* L.). Para desenvolvimento do experimento, realizou-se 3 tratamentos simulando etapas de sanitização de alfaces, sendo eles: controle (imersos em água), água sanitária (solução com cloro ativo) e vinagre (solução com ácido acético). Posteriormente, realizou-se o teste de swab em superfícies dos vegetais para identificação de possíveis cargas microbianas permanentes (fungos e bactérias). A sanitização com o cloro apresentou um maior potencial para agir evitando desenvolvimento de micro-organismos presentes na alface, tornando-se o sanitizante mais eficaz quando comparado ao tratamento controle. Embora o vinagre não apresente função sanitizante específica, possivelmente, a presença do ácido acético reduziu o desenvolvimento da carga microbiana. Os vegetais folhosos do tipo alface pode ser uma importante fonte de

contaminação aos alimentos caso não sejam submetidos a etapa de sanitização de forma correta e com produtos adequados.

Palavras-chave: Higienização; Hortaliças; Micro-organismos; Segurança dos Alimentos.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é um vegetal que se destaca por sua capacidade de fácil adaptação a uma ampla gama de condições climáticas. Além disso, oferece a vantagem de permitir múltiplas colheitas anuais, sendo uma matriz vegetal que apresenta valor nutricional e importante fonte de sais minerais, cálcio e vitaminas (MONTEIRO, 2022). Desse modo, grande parte dos consumidores que buscam qualidade de vida através de uma alimentação saudável e nutritiva aumenta a procura constante por essa matriz vegetal (SOARES & PRADO, 2019).

No entanto, é importante mencionar que vegetais folhosos são considerados produtos naturais e fontes de contaminações microbiológicas provenientes de fatores ambientais, tais como solo, plantio, adubação e irrigação que muitas vezes são práticas realizadas com água e esterco não tratados. Além disso, menciona-se a manipulação e preparo incorreto antes do consumo que em sua grande maioria é realizado de forma *in natura* (crua). Assim, torna-se de grande importância o desenvolvimento de técnicas adequadas de higienização a fim de reduzir possíveis cargas microbianas e conseqüentemente, contaminações de origem alimentar (BARASUO et al., 2021; SANTARÉM et al., 2012).

A falta de conhecimento sobre a importância de uma boa higienização de vegetais folhosos pode ocasionar o desenvolvimento de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's), as quais podem proporcionar sintomas característicos de náuseas, vômitos, diarreia, febre e em algumas situações podendo levar o indivíduo a óbito. Contudo isso, torna-se essencial a execução das Boas Práticas de Manipulação em Serviços de Alimentação, uma vez que essas, fazem referência às práticas de higiene que deverão ser seguidas pelos manipuladores e cuidados que se estendem desde a seleção e compra dos alimentos até a venda aos consumidores. Ressalta-se ainda que a eficácia do processo de limpeza dos vegetais deve ser complementada com a utilização de soluções sanitizantes com diagnósticos laboratoriais que permitam aplicações em vegetais, tais como: compostos à base de cloro, iodo, peróxido de

hidrogênio, ácido paracético e quaternário de amônio (SANTOS et al., 2021), tendo em vista que muitos consumidores não têm como hábito de higienização desses vegetais de forma eficiente (FERREIRA et al., 2018).

O cloro é considerado um dos agentes mais usados para sanitização, sendo usado com maior frequência através da água sanitária que é um produto amplamente utilizado para promover a higienização de vegetais, sendo um dos produtos comerciais de ampla aceitação entre os consumidores em geral. Portanto, essa popularidade se deve à sua eficácia, conveniência, preço acessível e facilidade de aplicação, além de agir como bactericida (SILVA, 2022).

Como alternativa à água sanitária, tem-se o ácido acético que se encontra disponível na forma de vinagre, comumente empregado como condimento, apresenta-se como um produto acessível de baixo custo, amplamente disponível à população. Além disso, seu uso como agente sanitizante estaria livre do inconveniente da produção de resíduos tóxicos e seu teor ácido ser benéfico a eliminação ou redução da carga microbiana em vegetais (SILVA, 2016).

Diante do exposto, pensando-se na preferência e consumo de vegetais folhosos do tipo alface e na deficiência de métodos de higienização de forma correta para esses vegetais, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de agentes sanitizantes na qualidade microbiológica de alface (*L. sativa* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

O material vegetal utilizado foi composto por alfaces (*L. sativa* L.) do tipo crespa, as quais foram obtidas de rede de supermercado localizada no município de Pau dos Ferros – RN, Brasil e transportadas imediatamente em condições adequadas de refrigeração para as instalações laboratoriais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *Campus* Pau dos Ferros para desenvolvimento da pesquisa.

Avaliação da eficácia de agentes químicos sanitizantes

Inicialmente, 3 amostras de alfaces foram removidas das embalagens e, posteriormente, selecionou-se as folhas que estavam impróprias para a avaliação, apresentando deterioração.

Em seguida, realizou-se o processo de lavagem inicial com o auxílio de água destilada esterilizada, sendo removida uma grande quantidade de sujidades que estavam presentes nas folhas de alface, tais como matéria orgânica e solo residual. A Figura 1 apresenta o aspecto da água final proveniente da etapa de lavagem das alfaces.

Figura 1. Aspecto final da água proveniente da etapa de lavagem de alfaces.



Fonte: autores (2023).

Para avaliação da eficiência de agentes sanitizantes no processo de higienização de alfaces, utilizou-se três tratamentos, conforme expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados para o armazenamento de alfaces (*L. sativa* L.).

Tratamentos*	Sigla
Controle (alfaces imersas em água destilada esterilizadas)	TC
Água Sanitária (alfaces imersas em solução com cloro ativo)	TA
Vinagre (alfaces imersas em solução com ácido acético)	TV

*Para cada tratamento utilizou-se 25g de alfaces.

Para cada tratamento, utilizou-se diferentes preparos de soluções, com isso as amostras de alfaces provenientes do T1 foram imersas apenas em água destilada esterilizada, enquanto

que os tratamentos TA e TV foram submetidos a imersões em soluções contendo 392 mL de água destilada esterilizada e 8 mL de cada solução. Todas as soluções foram preparadas em béquer de vidro de 600 mL e 1000 mL. Em ambos os tratamentos, as amostras de alfaces permaneceram imersas nas soluções por um período cronometrado de 10 minutos (Figura 2). Os vegetais folhos foram secos ao ar, deixando escorrer o conteúdo de água e imediatamente analisados em câmara de fluxo laminar com o ambiente esterilizado.

Figura 2. Etapa de sanitização de alfaces submetidas a diferentes tratamentos (TC, TA e TV).

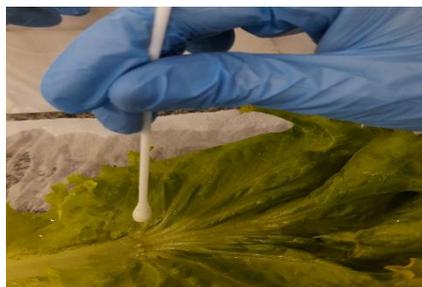


Fonte: Autores (2023).

Perfil microbiológico analisado

Para desenvolvimento das análises microbiológicas, utilizou-se o teste de swab nas superfícies das alfaces após a etapa de sanitização. Assim, com o auxílio de swabs estéreis, realizou-se a fricção sobre a região delimitada na superfície dos vegetais para cada tipo de tratamento, conforme representação da imagem abaixo (Figura 3).

Figura 3. Teste de swab em superfícies de alfaces sanitizados.



Fonte: Autores (2023).

Os meios de cultura utilizados foram BDA (Ágar Batata Dextrose) e PCA (Plate Count Agar) para identificação de possíveis cargas microbianas de fungos e bactérias, respectivamente. A suspensão microbiana foi diluída em solução salina 0,85% e homogeneizada para posterior transferência para os meios de cultura citados anteriormente, sendo as análises desenvolvidas em triplicatas.

Posteriormente, as placas prontas foram submetidas a incubação em estufa bacteriológica (34°C) e BOD (26°C) por um período de 48 horas para identificação e contagem de colônias formadas com o auxílio de um contador de colônias e os resultados expressos em Unidades Formadoras de Colônias (UFC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, observou-se que as amostras referentes ao controle (TC - sem uso de agentes sanitizantes) apresentou elevada carga microbiana apesar de submetidas ao processo de lavagem para remoção de possíveis resíduos e sujidades, uma vez que, as placas apresentaram quantidade incontáveis de colônias desenvolvidas (fungos e bactérias). Enquanto que o TA apresentou melhores resultados quando comparados aos demais para redução da carga microbiana, conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas para identificação de colônias de fungos e bactérias em alfaces (*L. sativa* L.).

Tratamentos	Fungos (UFC/mL)	Bactérias (UFC/mL)
TC	Incontáveis	Incontáveis
TA	3,7 x 10 ² UFC/mL	1,7 x 10 ² UFC/mL
TV	Incontáveis	6,0 x 10 ² UFC

TC: Controle (alfaces imersas em água destilada esterilizadas); TA: Água Sanitária (alfaces imersas em solução com cloro ativo); TV: Vinagre (alfaces imersas em solução com ácido acético).

Barasuo et al. (2021) afirmam que hortaliças podem estar contaminadas com micro-organismos patogênicos causadores de danos à saúde dos consumidores, dentre eles:

Salmonella spp. e o *Staphylococcus aureus* produtor de toxinas associadas a intoxicações alimentares e diversas Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's).

No tratamento TV (solução com vinagre), verificou-se que o nível de colônias de fungos em algumas placas com meio BDA foram incontáveis, porém, verificou-se que para as colônias de bactérias nos meios PCA a quantidade reduziu quando comparado ao controle.

Soares & Prado (2019) afirmam que apesar do vinagre ser adotado como uma alternativa de baixo custo e bastante utilizado para higienização e vegetais folhosos, não permitem recomendar este protocolo, uma vez que, os testes desenvolvidos apresentaram redução na carga microbiana ao longo do tempo e não garantiu redução dessas populações a níveis satisfatórios.

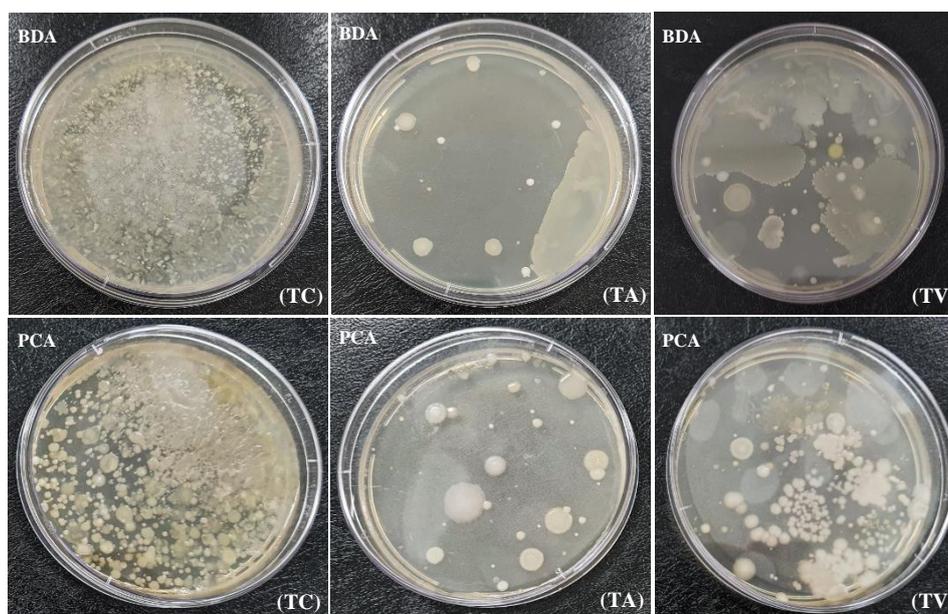
O presente trabalho apresentou uma redução na contaminação de bolores e levedura (BDA) e de bactérias (PCA) em relação ao tratamento controle. No entanto, possivelmente, agiu na superfície dos vegetais formando o um ácido hipocloroso quando diluído na água, assim, tornando-se mais eficaz contra os micro-organismos.

O hipoclorito de sódio, comumente, conhecido como água sanitária apresenta grande importância e uso como agente sanitizante mais usado, no entanto, a variação da concentração desse agente, durante etapa de sanitização de vegetais pode ocasionar danos à saúde do consumidor quando usado em doses elevadas, devido à presença de derivados clorados (NASCIMENTO et al., 2003).

Honorato (2021) afirma que o hipoclorito de sódio é considerado o melhor método para garantir a qualidade e maior vida útil da couve, assim como de outros vegetais folhosos, demonstrando ser agente eficaz para a matriz citada como também para demais leguminosas.

A Figura 4 apresenta resultados referentes aos tratamentos aplicados para sanitização dos vegetais folhosos em análises, conforme os tratamentos aplicados. Portanto, observou-se que a etapa de higienização é considerada de grande importância, uma vez que, grande quantidade de micro-organismos de diferentes espécies de fungos e bactérias podem estar presentes na superfície dessa matriz vegetal ocasionando a disseminação de possíveis contaminações de origem alimentar. Além disso, verificou-se que o cloro apresentou efeito positivo em ambos desenvolvimentos de colônias quando comparado ao controle com total preenchimento das placas com diferentes tipos de fungos e bactérias.

Figura 4. Resultados dos testes de swabs para avaliação de colônias de fungos e bactérias em vegetais folhosos submetidos a diferentes tratamentos (TC, TA e TV) para sanitização.



Fonte: Autores (2023).

CONCLUSÕES

Os vegetais folhosos do tipo alface podem ser uma importante fonte de contaminação aos alimentos caso não sejam submetidos a etapa de sanitização de forma correta e com produtos adequados. Desse modo, comprovando que a lavagem é uma prática inadequada para remoção de micro-organismos presentes em hortaliças e a eficácia de soluções com água sanitária (cloro ativo) e ácido acético (vinagre), embora o melhor efeito obtido seja para a primeira solução, uma vez que, faz o uso de agente permitindo e estabelecido para essa finalidade (sanitizante).

REFERÊNCIAS

BARASUO, T. R.; VALIATTI, T. B.; CAMILO, J. F. S.; SOBRAL, F. O. S.; ROMÃO, N. F. Avaliação das condições higiênico-sanitárias da Alface *lactuca sativa* L. do tipo orgânico e hidropônico comercializada em supermercados do município de Jiparaná – RO. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 15, n. 21, p. 44-53, 2021.

FERREIRA, M. B.; NESPOLO, C. R.; BRASIL, C. C. B.; BORDIN, L. C.; TEIXEIRA, B. K.; MODEL, B. P.; PINHEIRO, F. C. Avaliação microbiológica de hortaliças folhosas na região Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Horticultura Argentina**, v. 37, n. 93, p. 23-35, 2018.

HONORATO, P. P. M. **Efeito da higiene e sanitização na qualidade póscolheita da *Brassica oleracea* var. alboglabra minimamente processada**. 2021. 30 f. Monografia (Engenharia de Alimentos), Instituto Federal Goiano, Campus Vio Verde, GO.

MONTEIRO, K. S. **Avaliação microbiológica de alface e couve comercializados nas feiras livres na cidade de Fortaleza - CE**. 2022. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

NASCIMENTO, M. S.; SILVA, N.; CATANOZI, M. P. L. M. Emprego de sanitizantes na desinfecção de vegetais. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 111, p. 42-47, 2003.

SANTARÉM, V. A.; GIUFFRIDA, R.; CHESINE, P. A. F. Contaminação de hortaliças por enteroparasitas e *Salmonella* spp. em presidente prudente, São Paulo, Brasil. **Colloquium Agrariae**, v. 08, n. 01, 2012.

SANTOS, M. C. A.; SCHEFFER, P. A.; CARDOSO, F. R.; MACHADO, L. V.; RICHARDS, N. S. P. S.; SACCOL, A. L. F. Avaliação da higienização de vegetais folhosos em serviços de alimentação, **Research, Society and Development**, v. 10, n. 07, e38410716680, 2021.

SILVA, A. P. G. **Eficácia da água sanitária e do vinagre como sanitizantes de couve (*Brassica oleracea* L.)**. 2018. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Nutrição), Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2016.

SILVA, V. A.; CASTEJON, L.V. Produção industrial de água sanitária e controle de qualidade. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 08, p. e58111831387, 2022.

SOARES, E. F.; PRADO, G. R. **Eficácia microbiana e parasitológica de sanitizantes à base de cloro e ácido acético em alfaces (*Lactuca sativa* L.)**. 2019. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Pós-graduação Lato Sensu). Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Cruz Alta, RS.

Área: Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal

DOI: 10.53934/202410.05

Capítulo 05

Silício incrementa a qualidade pós-colheita de alface hidropônica

Hozano de Souza Lemos Neto¹, Marcelo de Almeida Guimarães², Caris dos Santos Viana²,
Italo Marlone Gomes Sampaio³, Ana Régia Alves de Araújo Hendges⁴

¹Colégio Técnico de Floriano (CTF), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Floriano - PI, hozanoneto@ufpi.edu.br.

²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza- CE, mguimara@ufc.edu.br; carisviana@hotmail.com.

³Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuária e da Pesca, Belém - PA, italofito@gmail.com.

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), São Raimundo das Mangabeiras - MA, ana.alves@ifma.edu.br.

E-mail do autor correspondente: hozanoneto@ufpi.edu.br

RESUMO: Apesar de não ser considerado um elemento essencial para as plantas, o silício (Si) tem proporcionado efeitos benéficos para várias espécies, principalmente as gramíneas, incluindo aumentos na produtividade e na resistência às pragas e doenças, redução dos efeitos dos estresses salino e hídrico, melhoria na qualidade pós-colheita. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do silício na qualidade pós-colheita da alface hidropônica. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, cujos tratamentos constaram de cinco doses de silício (0; 2; 4; 6; 8 mM) na solução nutritiva. Avaliou-se os sólidos solúveis (SS), vitamina C, acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e aparência externa das folhas. De posse dos resultados, também se calculou a relação SS/AT, obtida pelo quociente entre as duas variáveis mencionadas. Os sólidos solúveis, acidez titulável e pH foram maiores na dose de 4 mM, enquanto a vitamina C foi maior na dose de 2,0 mM. O silício proporciona melhoria na qualidade da alface, com a dose de 4,0 mM possibilitando melhor qualidade pós-colheita para o cultivo da alface hidropônica.

Palavras-chave: Acidez titulável; *Lactuca sativa* L.; Silicato de sódio; Sólidos solúveis.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais comercializada no Brasil, sendo de grande importância econômica e social para o país (SALA; COSTA, 2012; FREITAS *et al.*, 2013). A parte comestível da planta são as folhas, que tem alta perecibilidade, fato que faz com que a sua produção se concentra no entorno das grandes cidades, os chamados “cinturões verdes” (AZEVEDO *et al.*, 2015).

O fato de as folhas ser perecíveis pode ocasionar em perdas pós-colheita, assim, no intuito de reduzir essas perdas, existem algumas práticas que podem ser adotadas nos sistemas de produção, uma dessas é a adubação, já que pode interferir diretamente na respiração, transpiração, composição química, características visuais e sabor das hortaliças (MATTIUZ, 2007).

A adição de silício na solução nutritiva pode aumentar a produção e a vida útil pós-colheita de culturas, como alface, morango e tomate (RESENDE; YURI; SOUZA, 2007; FIGUEIREDO, 2010; GALATI *et al.*, 2015; MARODIN *et al.*, 2016).

O Si é absorvido pela planta na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) e, se acumula nas áreas de máxima transpiração, geralmente na epiderme foliar, na forma de sílica amorfa hidratada ou sílica polimerizada (SiO_2). A melhoria na qualidade pós-colheita, com a adição de Si, pode estar relacionada à formação da dupla camada cuticular de sílica, o que reduz a perda de água durante o período de armazenamento (MITANI; MA, 2005; KORNDÖRFER *et al.*, 2006).

Apesar desse elemento mineral não ser considerado um nutriente essencial, proporciona inúmeros benefícios para as plantas: i) confere maior resistência às pragas e doenças - é depositado nas paredes celulares das células epidérmicas; ii) reduz os efeitos de metais potencialmente tóxicos que estejam em excesso na solução de cultivo; iii) ameniza os efeitos do estresse salino e da deficiência hídrica; iv) aumenta a resistência ao acamamento e, v) diminui o fluxo transpiratório (LIANG *et al.*, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2011; BYBORDI, 2012; MARODIN *et al.*, 2016).

Apesar da comprovação dos benefícios do silício em algumas culturas, ainda são poucas as pesquisas que tratam de seus efeitos em hortaliças, principalmente no que se refere à pós-

colheita da alface. Na pós-colheita da alface, Galati *et al.* (2015), verificou que o Si proporcionou uma menor perda de água durante o armazenamento, bem como aumentou a firmeza das folhas. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito do silício na qualidade pós-colheita da alface hidropônica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de agosto a outubro de 2016, em ambiente protegido na horta didática da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza-CE (3°43'6" S, 38° 32'36" O e altitude média de 14 m). A classificação do clima é do tipo 'As', ou seja, tropical com estação seca (ALVARES *et al.*, 2013).

O ambiente protegido usado foi do tipo viveiro telado, com cobertura de malha negra com 30% de atenuação da radiação solar. A estrutura apresenta como dimensões, pé direito de 1,8 m, comprimento e a largura de 8,0 m. As médias de temperaturas e umidade relativa do ar máximas e mínimas no interior do abrigo foram de 36,4 °C, 25,4 °C e 78,3%, 25%, respectivamente. As leituras de temperatura e umidade relativa do ar foram realizadas diariamente, utilizando um termohigrômetro.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco tratamentos, constituídos das seguintes doses de silício: 0; 2; 4; 6 e 8 mM, sendo a parcela constituída por um vaso com duas plantas de alface.

As sementes da cultivar Lucy Brown, do grupo americana, com pureza de 99,9% e germinação de 95%, foram colocadas para germinar em espuma fenólica a 1,0 cm de profundidade, sendo realizadas duas irrigações feitas com regador do tipo crivo, no início da manhã e final da tarde. Aos sete Dias Após a Semeadura (DAS), foi feita uma adubação foliar com a solução nutritiva de Furlani *et al.* (1998) a 50% da força iônica e condutividade elétrica (CE) de 2,0 dS m⁻¹ para suprir possíveis demandas nutricionais das plântulas.

Aos 10 DAS, as mudas foram transplantadas para bandejas de polietileno branca com 7,0 L de solução nutritiva baseada na recomendação de Furlani *et al.* (1998) a 50% da força iônica. Ficaram dispostas doze plântulas por bandeja, sendo que, cada bandeja correspondia a um tratamento, já com a concentração determinada de silicato de sódio (63% de SiO₃ e 18% de Na₂O). As doses de silicato de sódio (Na₂SiO₃) foram: 0; 2; 4; 6; 8 mM.

Esta fase funcionou como um berçário para adaptação das mudas e teve duração de sete dias. Após esse período, as mudas foram transferidas para vasos com 5,0 L de solução nutritiva a 75%, onde foram novamente aplicados os diferentes níveis de silicato de sódio (Na_2SiO_3). O sistema hidropônico utilizado foi o DFT (*Deep film technique*) ou “floating”, instalado sobre uma bancada de madeira (0,8 m de altura, 1,5 m de largura e 3,0 m de comprimento). Para aeração da solução nutritiva, utilizaram-se compressores de ar do tipo *Chang 9000*.

A qualidade da água utilizada no preparo da solução foi classificada como C2S1, proveniente do abastecimento da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece). As características químicas da água foram: pH = 7,0; CE = 0,46 dSm^{-1} ; Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- e HCO^{-3} (0,40; 2,30; 0,80; 1,10; 3,20; 1,40 mmolc L^{-1} , respectivamente).

A reposição da solução nutritiva nos vasos ocorreu diariamente com volume necessário para suprir as perdas por evapotranspiração. Na ocasião, o pH da solução nutritiva foi ajustado para a faixa de 5,5 a 6,5 utilizando ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) ou hidróxido de sódio (NaOH). A solução nutritiva era monitorada diariamente, observando sempre os valores de condutividade elétrica (CEsol) com um condutímetro de bancada com correção de temperatura. A solução nutritiva foi renovada a cada cinco dias.

Aos 40 DAS as plantas foram colhidas e levadas para o laboratório para a realização das análises de qualidade pós-colheita listadas abaixo:

Sólidos solúveis (SS) - determinado por leitura em refratômetro (mod.103, com escala de 0 a 32%), a partir de 1,0 g das amostras das folhas maceradas em almofariz, transferindo 2 a 3 gotas para o prisma do refratômetro, sendo os resultados expressos em % (AOAC, 2002).

Vitamina C - determinada por meio da titulação com solução de DFI (2,6 diclorofenolindofenol a 0,02%) até a coloração róseo claro, utilizando 1,0 g de folha macerada em almofariz, sendo os resultados expressos em mg ácido ascórbico por 100 g de folha (STROHECKER; HENNING, 1967).

Acidez titulável (AT) - determinado a partir da utilização de 1,0 g da folha de alface macerada em almofariz, sendo utilizado o indicador fenolftaleína a 1% e a titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N, sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Relação SS/AT - determinada pela relação direta entre o quociente dos sólidos solúveis totais e acidez titulável.

Potencial hidrogeniônico (pH) - determinado por meio da maceração de 1,0 g da folha diluída em 30 ml de água destilada, utilizando um potenciômetro digital com membrana de vidro (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

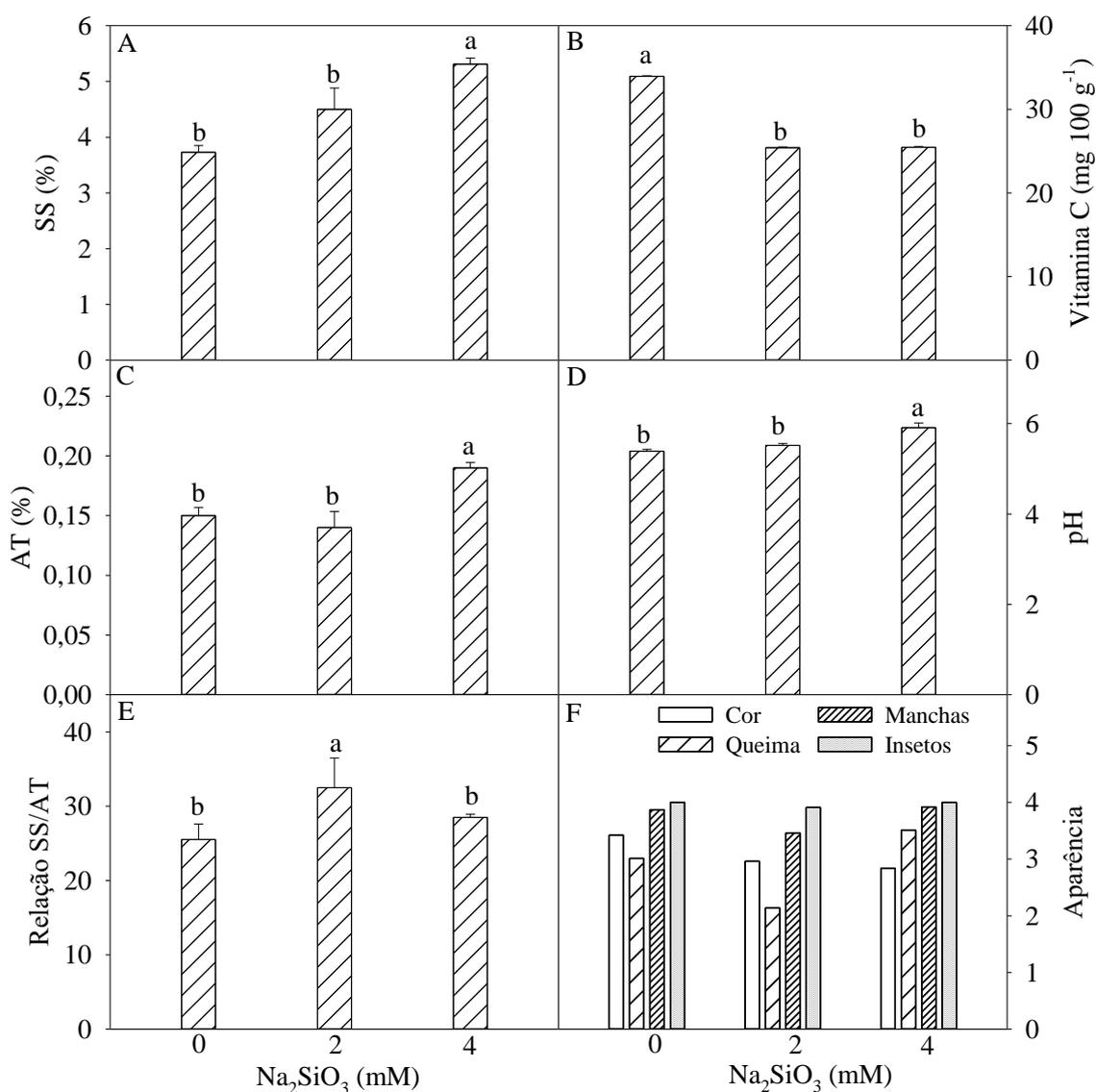
Aparência externa das folhas – foi baseada em limites de tolerância para a coloração da folha, queimadura das bordas, presença de algum tipo de danos por insetos e manchas nas folhas, sendo atribuídas as seguintes notas: 3,1- 4,0 (ótimo); 2,1 - 3,0 (bom); 1,1 - 2,0 (regular); 0 - 1 (ruim) (MORAIS *et al.*, 2011).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e à análise de variância (teste F de Snedecor; $p \leq 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), uma vez que apenas as três primeiras doses de silício possibilitaram a obtenção de material vegetal de qualidade aceitável para serem realizadas as análises de pós-colheita. A análise estatística dos dados foi realizada por meio do *software* estatístico Sisvar[®] versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às variáveis de pós-colheita analisadas, os sólidos solúveis, acidez titulável e pH, tiveram as maiores médias na dose de 4,0 mM de silício, já para a relação SS/AT a dose de 2,0 mM foi a que proporcionou as maiores médias (Figura 1 A, C, D, E). A vitamina C reduziu com o incremento de silício (Figura 9 B) e a aparência externa das plantas não foi influenciada com as dosagens de silício (Figura 1 F).

Figura 1. Plantas de alface cultivadas em solução nutritiva com diferentes doses de silício. A: sólidos solúveis (SS), B: vitamina C, C: acidez titulável (AT), D: potencial hidrogeniônico (pH), E: relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT) e F: aparência externa das folhas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes evidenciam diferenças entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). As barras representam o erro padrão da média.

O aumento nas variáveis de pós-colheita da alface como SS e relação SS/AT (Figuras 1 A, E) são importantes pelo fato de poderem conferir um melhor sabor as folhas, tornando o vegetal mais palatável. A relação SS/AT indica uma vinculação dos açúcares com os ácidos orgânicos. Na concentração de 2,0 mM de Si houve um aumento na relação, o que sinaliza maior teor de açúcares em correspondência ao acúmulo de ácidos, podendo indicar uma melhoria quanto ao sabor da alface. Tais resultados estão em acordo com os obtidos por Galati *et al.* (2015), que observaram para a alface americana que a dose de (84 mg L⁻¹) de Si possibilitou a manutenção, em níveis adequados a essa cultura, de parâmetros como acidez titulável e pH por um maior período de armazenamento, significando melhoria da qualidade pós-colheita dessa hortaliça.

Quanto a vitamina C, o fato de seu conteúdo não ter aumentado com o incremento do Si (Figura 1 B), pode estar relacionado à dose ótima utilizada, já que na dose de 2,0 mM o conteúdo de vitamina C nas plantas de alface já havia reduzido. Em trabalhos realizados com trigo, arroz e pepino, a dose em ótima condição para aumentar o teor de antioxidantes não enzimáticos foi variando de 1,0 µM a 1,0 mM (SAQIB; ZÖRB; SCHUBERT, 2008; TRIPATHI *et al.*, 2013; KHOSHGOFTARMANESH; KHODARAHMI; HAGHIGHI, 2014). Nas doses de 6,0 e 8,0 mM as plantas não se desenvolveram bem, não sendo possível avaliar a sua qualidade pós-colheita, já que não atingiram o padrão de consumo.

CONCLUSÃO

O uso do silício na dose de 4,0 mM é indicado para o cultivo de alface hidropônico por proporcionar melhor qualidade pós-colheita.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map of Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.

AZEVEDO, A. M. *et al.* Agrupamento multivariado de curvas na seleção de cultivares de alface quanto à conservação pós-colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 362-367, 2015.

BYBORDI, A. Effect of ascorbic acid and silicium on photosynthesis, antioxidant enzyme activity, and fatty acid contents in canola exposure to salt stress. **Journal of Integrative Agriculture**, Oxford, v. 11, n. 10, p. 1610-1620, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, G. A. *et al.* Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 159-166, 2013.

FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia – NFT**. Campinas: Instituto Agronômico, 1998. 30p. (Documentos IAC, 168).

FIGUEIREDO, A. S. T. *et al.* Produtividade do morangueiro em função de diferentes doses de silício aplicadas via solo e via foliar. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 870- 876, 2010.

GALATI, V. C. *et al.* Aplicação de silício, em hidroponia, na conservação pós-colheita de alface americana ‘Lucy Brown’ minimamente processada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 11, p. 1932-1938, 2015a.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. São Paulo: IAL. 2008, 1020p.

KORNDÖRFER, G. H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 355-374.

KHOSHGOFTARMANESH, A. H.; KHODARAHMI, S.; HAGHIGHI, M. Effect of silicon nutrition on lipid peroxidation and antioxidant response of cucumber plants exposed to salinity stress. **Archives of Agronomy and Soil Science**, Abingdon, v. 60, n. 5, p. 639-653, 2014.

LIANG, Y. *et al.* Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: A review. **Environmental Pollution**, Oxford, v. 147, n. 2, p. 422-428, 2007.

MATTIUZ, B. H. Fatores da pré-colheita influenciam a qualidade final dos produtos. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 7, p.18-21, 2007.

MARODIN, J. C. *et al.* Tomato post-harvest durability and physicochemical quality depending on silicon sources and doses. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 361-366, 2016.

MITANI, N.; MA, J. F. Uptake system of silicon in different plant species. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 56, n. 414, p. 1255-1261, 2005.

MORAIS, P. L. D. *et al.* Qualidade pós-colheita da alface hidropônica em ambiente protegido sob malhas termorefletoras e negra. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 407-410, 2011.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; SOUZA, R. J. Épocas de plantio e doses de silício no rendimento de alface tipo americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 455-459, 2007.

RODRIGUES, F. D. Á. *et al.* Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agronômicas**, Peachtree Corners, v. 134, n. 1, p. 14-20, 2011.

SALA, F. C., COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.

SHAHBAZ, M.; ASHRAF, M. Improving salinity tolerance in cereals. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Philadelphia, v. 32, n. 4, p. 237-249, 2013.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TRIPATHI, P. *et al.* Silicon mediates arsenic tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) through lowering of arsenic uptake and improved antioxidant defence system. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 96-103, 2013.

Área: Matérias-primas agroalimentares

DOI: 10.53934/202410.06

Capítulo 06

Coloração de uvas ‘BRS Vitória’ submetidas a aplicação de fertilizantes foliares na pré-colheita

João Manoel Alves Pereira Alencar¹; Bruno Emanuel Souza Coelho²; Cícero Henrique de Sá¹; Acácio Figueiredo Neto³; Toni Batista de Souza Silva⁴; Roberto da Rocha Leão Neto⁴

¹Bacharel em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Vale do São Francisco- Univasf, *campus* Ciências Agrárias, Petrolina, Pernambuco, 56300-990, Brasil, joaomanoelalencar@hotmail.com; cicero.henrique@discente.univasf.edu.br

²Me. em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IFSertãoPE, *campus* Petrolina, Petrolina, Pernambuco, 56316-686, Brasil, bruno.emmanuel@ifsertao-pe.edu.br

³Dr. em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, *campus* Juazeiro, Juazeiro, Bahia, 48902-300, Brasil, figueiredoacacio@gmail.com.

⁴Bacharel em Engenharia Agrônômica, Vallet Grow, Limeira, São Paulo, 13481-208, Brasil, toni191992@hotmail.com; leaorep@gmail.com

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de fertilizantes foliares na qualidade da coloração pós-colheita de uva ‘BRS Vitória’. O experimento foi conduzido em um pomar comercial localizado no projeto de irrigação Bebedouro, em Petrolina/PE. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com três repetições de três plantas. Os tratamentos foram constituídos por fertilizantes foliares recomendados para a cultura da videira, assim estabelecidos: 1) Testemunha (sem aplicação de fertilizantes foliares); 2) Fertilizante foliar contendo 12-05-28 e micronutrientes (Frutycon®) (500 g/ha) + Fertilizante foliar contendo 5% de N, 5 % de Ca e 3% de Zn (XStructure®) - 500 ml/ha; 3) Fertilizante foliar contendo 5% de N, 5 % de Ca e 3% de Zn (Xstructure®) – 500 ml/ha; 4) Fertilizante foliar contendo 12-05-28 e micronutrientes (Frutycon®) – 500 g/ha. A colheita dos cachos foi realizada quando as bagas apresentarem coloração preta, aos 115 DAP, nas primeiras horas da manhã. O uso de fertilizantes foliares contendo fertilizantes hidrossolúvel NPK, com microelementos, resultaram e uvas menos avermelhada e mais escuras, tendendo a um roxo.

Palavras-chave: Adubação foliar; Macronutrientes; Nutrição mineral; *Vitis* sp.

INTRODUÇÃO

O Vale do Submédio São Francisco é uma das grandes regiões vitivinícolas brasileiras que vem se destacando no mercado com a elaboração de vinhos finos e de mesa (PEREIRA et al., 2018), sendo que esta região corresponde por cerca de 97% das exportações brasileiras de uvas de mesa (ARAÚJO et al., 2019). A viticultura é uma atividade importante para a sustentabilidade do setor agrícola brasileiro e está em expansão no país, desempenhando relevante papel socioeconômico, destacando-se na geração de emprego, renda (MELLO; MACHADO, 2021).

Entre as cultivares produzidas, atualmente destaca-se a BRS ‘Vitória’, uma uva híbrida, que é decorrente do melhoramento genético realizado pela Embrapa Uva e Vinho (MAIA et al., 2012), e tem sido utilizada como alternativa para substituir cultivares tradicionais de uvas que possuem baixa fertilidade e pouco rendimento ao produtor (TECCHIO et al., 2018).

Uma das mais importantes características avaliadas por consumidores na escolha de um fruto é a coloração de sua epiderme (RAY, 2021; VIVEK, 2020). Desta forma, a cor é um atributo de importância fundamental no julgamento da qualidade de um alimento, uma vez que a apreciação visual é o primeiro dos sentidos a ser usado, sendo, portanto, uma característica decisiva na escolha e aceitação do produto (RAY, 2021; VIVEK, 2020).

A uva BRS ‘Vitória’ é uma cultivar que pode ser cultivada em climas tropicais e subtropicais, e apresenta excelente desempenho agrônômico, e tolerância ao míldio principal doença que acomete videiras em áreas subtropicais úmidas (COLOMBO et al., 2018; MAIA et al., 2014; YOUSSEF et al., 2015), sendo uma cultivar de uva de mesa de grande importância para o mercado nacional e internacional (COLOMBO et al., 2020; COLOMBO et al., 2021).

Esta cultivar apresenta alto rendimento, superior a 30 t.ha⁻¹, coloração preto-azulada e sabor agradável, além de possuírem maior conteúdo de compostos fenólicos, além da capacidade antioxidante, anticarcinogênica e antiviral, e por ter cor escura agrada mercado consumidor e contribui para mercado de processamento de uvas (COLOMBO et al., 2018; MAIA et al., 2014; COLOMBO et al., 2021).

Ademais, sabe-se que a as uvas são uma importante fonte de antioxidantes, principalmente os compostos fenólicos que são divididos em dois grupos: flavonóides (antocianinas, flavan-3-óis, taninos condensados e flavonóis) e compostos não flavonóides (ácidos fenólicos e estilbenos), e cada um destes polifenóis são diretamente responsáveis pelas características importantes de uvas específicas (ANDJELKOVIC et al., 2013; COLOMBO et al., 2021).

A cor da uva está relacionada aos polifenóis totais e à antocianina, pigmento que faz parte dos compostos flavanóides, responsável por conferir cor aos frutos, sendo uma das características mais relevantes na produção de suco e vinho de alta qualidade (KOYAMA, 2019; COLOMBO et al., 2021). Diante disso, objetivou-se com essa pesquisa analisar o efeito do uso de fertilizantes foliares aplicados na pré-colheita na cor de bagas de uva ‘BRS Vitória’ cultivada em Petrolina-PE.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um ciclo de produção, entre julho a outubro de 2021, em pomar comercial de uva BRS Vitória, localizado no Projeto de irrigação Bebedouro, em Petrolina/PE (9° 08' 17.8" S, 40° 18' 44.1" O, e uma altitude média de 370 m acima do mar), O clima da região é semiárido, quente e seco no inverno, com chuvas concentradas no verão, sendo classificado por Köppen e Geiger (1928) como BSwH; a região apresenta precipitação pluvial média de 538,7 mm.ano⁻¹, distribuída entre os meses de novembro a abril e temperatura média anual de 26,2 °C. O solo da área é classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico (PAe), apresentando teor de areia (791,90 g kg⁻¹ e 818 g kg⁻¹), argila (101,40 g kg⁻¹ e 84,30 g kg⁻¹) e silte (106,8 g kg⁻¹ e 97,70 g kg⁻¹) nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente.

Foram utilizadas videiras cv. BRS Vitória em produção, com espaçamento 3,5 x 1,5 m, com porta-enxerto ‘Paulsen 1103’. As videiras foram conduzidas em latada, com sistema de irrigação localizada por gotejamento.

As plantas foram conduzidas com dois braços primários e formação do tipo ‘cordão duplo’, e os tratamentos culturais aplicados seguiram as recomendações gerais para o cultivo de uvas de mesa na região (SOARES; LEÃO, 2009), incluindo a aplicação de fungicidas à base de

enxofre (ciproconazol, cobre, tebuconazol, clorotalonil e mancozeb) e inseticidas piretroides e acaricida abamectina. Foi utilizado também, com o objetivo de melhorar e uniformizar cor, etileno de forma exógena, durante o ciclo de produção.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com quatro tratamentos, de três repetições cada, e três plantas por repetição, totalizando 36 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos por fertilizantes foliares recomendados para a cultura da videira, assim estabelecidos: 1) Testemunha (sem aplicação de fertilizantes foliares); 2) Fertilizante foliar contendo 12-05-28 e micronutrientes (Frutycon®) (500 g/ha) + Fertilizante foliar contendo 5% de N, 5 % de Ca e 3% de Zn (XStructure®) - 500 ml/ha; 3) Fertilizante foliar contendo 5% de N, 5 % de Ca e 3% de Zn (Xstructure®) – 500 ml/ha; 4) Fertilizante foliar contendo 12-05-28 e micronutrientes (Frutycon®) – 500 g/ha.

A aplicação dos tratamentos parcelada, sendo três aplicações durante o ciclo: duas aplicações na fase fenológica de início de maturação de bagas (59 e 67 dias após a poda (DAP)] e uma aplicação na fase final de maturação (105 DAP). O produto foi previamente diluído em água e aplicado via foliar, por meio de pulverizador costal com capacidade de 20 litros, direcionado o jato com os produtos para as folhas e cachos. Foi utilizado um espalhante adesivo (adjuvante organossiliconado) na calda, visando diminuir a resistência das gotículas de água e assim aumentar o contato.

A colheita dos cachos foi realizada quando as bagas apresentarem coloração preta, aos 115 DAP, nas primeiras horas da manhã. Os frutos foram acondicionados em contentores para evitar a ocorrência de danos mecânicos e transportados para o Laboratório de Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) para avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos.

A cor da epiderme das bagas foi aferida utilizando-se um colorímetro digital portátil modelo CR 400 (Konica Minolta, Japão), com sistema de cor $CieL^*a^*b^*$, sendo: L^* (luminosidade), que varia do preto (0) ao branco (100); a^* , que indica a cromaticidade no eixo de cor verde (negativo) para vermelha (positivo); e b^* , que indica a cromaticidade no eixo da cor azul (negativo) para amarela (positivo).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. A normalidade dos dados foi

avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$). Os dados das variáveis que não atenderam aos pressupostos da ANOVA foram transformados antes da análise. As análises foram realizadas com os *softwares R* (R Foundation for Statistical Computing, Áustria, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os valores médios para os parâmetros de cor: luminosidade (L^*), a^* (intensidade de (-) verde a (+) vermelho) e b^* (intensidade de (+) amarelo a (-) azul) para a cor da epiderme das bagas de uva ‘BRS Vitória’, sob o efeito de fertilizantes foliares na pré-colheita.

Tabela 1. Análise de variância para L^* , a^* e b^* , em uva cv. BRS Vitória em função da aplicação de fertilizantes foliares. Petrolina-PE, 2021.

Fonte de variação	L^*	a^*	b^*
$F_{\text{Tratamento}}$	0,42 ^{ns}	17,26*	1,39 ^{ns}
T1	25,93 ± 0,64 a	3,28 ± 0,68 a	1,22 ± 0,40 a
T2	26,07 ± 0,51 a	2,26 ± 0,29 b	0,79 ± 0,22 a
T3	25,83 ± 0,45 a	2,00 ± 0,55 b	0,79 ± 0,30 a
T4	25,85 ± 0,38 a	1,98 ± 0,27 b	0,97 ± 0,87 a
CV (%)	1,94	18,64	55,44
DMS	0,65	0,57	0,67

Os valores são apresentados como média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa. ¹Variável analisada com a transformação $\ln(x)$. T1: Testemunha (sem aplicação); T2: Fertilizante foliar contendo 12-05-28 e micronutrientes (Frutycon®) - 500 g/hectare + Fertilizante foliar contendo 5% de N, 5 % de Ca e 3% de Zn (XStructure®) - 500 ml/hectare; T3: Fertilizante foliar contendo 5% de N, 5 % de Ca e 3% de Zn (Xstructure®) - 500 ml/hectare; T4: Fertilizante foliar contendo 12-05-28 e micronutrientes (Frutycon®) - 500 g/hectare. * significativo a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$); ^{ns} não significativo ($p > 0,05$). Fonte: autores (2023).

Segundo Colombo et al. (2021) a cor da epiderme de uvas finas de mesa é um atributo indispensável para a avaliação do produto, sendo usada com frequência para distinguir variações devido à origem e produção e para fazer julgamentos sobre a sua qualidade.

Não houve diferença significativa para a luminosidade (L^*). Os valores obtidos de L^* foram inferiores a 50, indicando baixa luminosidade (Tabela 1). Em linhas gerais, quanto menor o valor de L^* , mais escura será a amostra e segundo Konarska et al. (2015), podem ser decorrentes de maior quantidade de cera epicuticular (pruína) sobre as bagas. Os valores de L

na casca são de grande importância para as cultivares de uvas de mesa (consumo *in natura*), pois a aparência tem alto poder de valorização sobre o consumidor.

Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para a intensidade de vermelho (a^*), em que o T1 apresentou a maior média entre os tratamentos de (3,28). Os resultados positivos para a^* são um indicativo da predominância da cor vermelha sobre a verde. Quanto menor o resultado, mais escura é a fruta, tendo assim uma proporção das cores, levando em consideração valores de L, a e b (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Os valores de (b^*) não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). Rodríguez-Mena et al. (2023) e Howard et al. (2022), esta variável reflete a mudança de tons entre o amarelo e azul, em que menores valores simbolizam uma coloração mais azulada dos frutos.

Marques et al. (2020), avaliando a composição físico-química de uvas BRS Vitória' para a elaboração de vinho tinto, observou médias para os parâmetros de L^* , a^* e b^* de 15,17, 10,96 e 7,91 respectivamente, diferentes ao encontrado no presente trabalho.

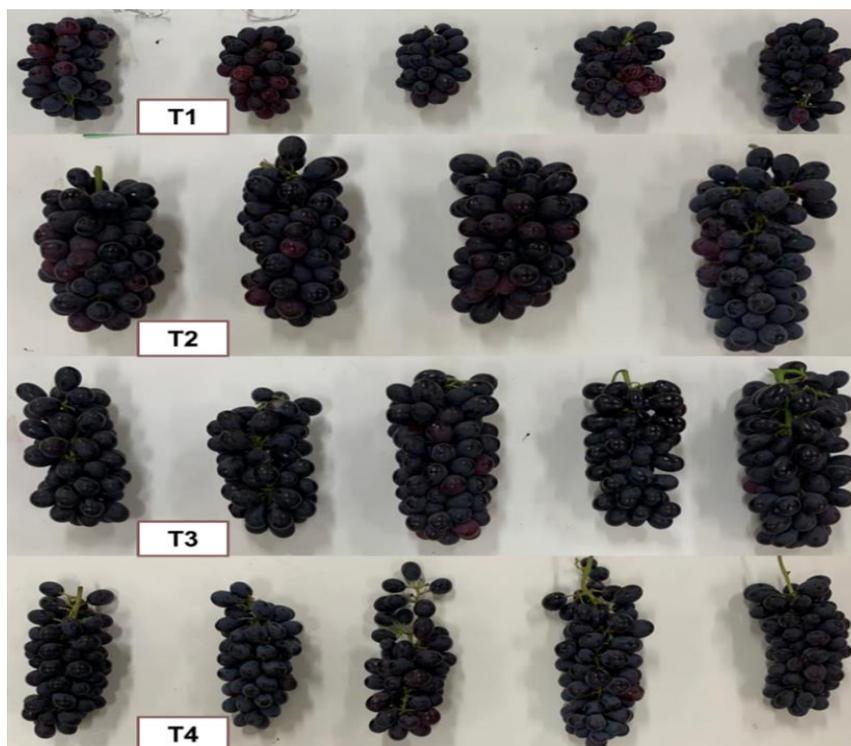
É evidente que houve melhoria da cor das bagas mediante a aplicação de tratamentos na pré-colheita (Figura 1). A aplicação exógena de fertilizante minerais misto, via foliar, contendo fertilizantes hidrossolúvel NPK, com microelementos que são movidos para o potássio, ativada com ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e algas (Frutycon®), e consequentemente aumentam a atividade dos nutrientes, resultando em uma cor mais acentuada e melhor tamanho e qualidade (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Ao mesmo tempo o aporta cálcio e zinco (XStructure) de maneira rápida nas fases de alta demanda pelos frutos, principalmente no estágio de polinização até frutos com 1 a 3 mm de diâmetro, quando as células, suas membranas e paredes estão em formação e que as plantas estão muito suscetíveis a situações de estresse abiótico, e manutenção dos pigmentos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Segundo Rocha e Reed (2014), a cor é determinada pela presença de pigmentos, e, alguns destes tem atividade antioxidante. Os flavonoides, por exemplo, fazem parte de um grupo de pigmentos, e são subdivididos em fenólicos, antocianinas e outros, estes, são pigmentos bastante presentes nas uvas tintas, responsáveis pela cor de suas cascas, sendo responsáveis pela coloração vermelha, rosa, roxa e azul observadas nos vegetais, e além do fator nutricional, esses componentes estão intensamente relacionados com uma melhor

percepção visual dos produtos comercializados (PERIN, et al. 2018; CAPOCASA, et al. 2008).

Figura 1. Cor da epiderme dos cachos de uva ‘BRS Vitoria’ em função da aplicação de fertilizantes foliares.



T1: Testemunha (sem aplicação); T2: Fertilizante foliar contendo 12-05-28 e micronutrintes (Frutycon®) - 500 g/hectare + Fertilizante foliar contendo 5% de N, 5 % de Ca e 3% de Zn (XStructure®) - 500 ml/hectare; T3: Fertilizante foliar contendo 5% de N, 5 % de Ca e 3% de Zn (Xstructure®) – 500 ml/hectare; T4: Fertilizante foliar contendo 12-05-28 e micronutrintes (Frutycon®) – 500 g/hectare.

Fonte: autores (2022).

As concentrações de antocianinas e taninos, mais polifenóis abundantes em uvas de cor são bons indicadores de amadurecimento e influem de forma direta e indireta na cor, pois se acumulam na casca da uva durante o amadurecimento processo. E os flavonóides como antocianinas, flavonóis e flavan-3-óis contribuem para as características organolépticas das uvas, como cor, adstringência e amargor (WANG et al., 2018).

CONCLUSÕES

O uso de fertilizantes foliares contendo fertilizantes hidrossolúvel NPK, com microelementos que são movidos para o potássio, ativada com ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e algas, cálcio e zinco, resultaram e uvas menos avermelhada e mais escuras, tendendo a um roxo.

REFERÊNCIAS

- ANDJELKOVIC, M.; RADOVANOVIĆ, B.; RADOVANOVIĆ, A.; ANDJELKOVIC, A.M. Changes in polyphenolic content and antioxidant activity of grapes cv. Vranac during ripening. **South African Journal of Enology and Viticulture**. 34, 147–155, 2013.
- ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; SILVA, P. C. G da. **Aspectos Socioeconômicos da Viticultura no Vale do Submédio São Francisco**. Embrapa Semiárido, 2009. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/661918/1/Pedro.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2023.
- COLOMBO, R. C.; ROBERTO, S. R.; CRUZ, M. A. da.; CARVALHO, D. U. de.; YAMAMOTO, L. Y.; NIXDORF, S. L.; PEREZ-NAVARRO, J.; GÓMEZ-ALONSO, S.; SHAHAB, M.; AHMED, S.; GONÇALVES, L. S. A.; SOUZA, R. T. de.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Characterization of the phenolic ripening development of 'BRS Vitória' seedless table grapes using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 95, p. 103693, 2021.
- COLOMBO, R. C.; SOUZA, R. T. D.; CRUZ, M. A. D.; CARVALHO, D. U. D.; KOYAMA, R.; BILCK, A. P.; ROBERTO, S. R. Postharvest longevity of 'BRS Vitória' seedless grapes subjected to cold storage and acibenzolar-S-methyl application. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 809-814, 2018.

SILVA, N. B.; AZOUBEL, P. M.; MACIEL, M. I. S. Effects of Pretreatments with Ethanol and Ultrasound on Convective Drying of BRS Vitória Grapes. In: **A Comprehensive Review of the Versatile Dehydration Processes**. IntechOpen, 2022.

MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2014. **Comunicado Técnico**, v. 175, n. 1, p. 6, 2020.

FERREIRA, M. D; SPRICIGO, P. C. **Colorimetria - princípios e aplicações na agricultura, Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**, São Carlos: Embrapa Instrumentação, p. 209-220, 2017.

HOWARD, J. E.; VILLAMIL, M. B.; RIGGINS, C. W. Amaranth as a natural food colorant source: Survey of germplasm and optimization of extraction methods for betalain pigments. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 932440, 2022.

HUTCHINGS, J. B.; LUO, M. R.; JI, W. Food appearance and expectations in color. **Technological and psychophysical aspects**, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, p. 3–10. Print ISBN: 978-1-4398-7693-0. 2012.

KONARSKA, A. Characteristics of fruit (*Prunus domestica* L.) skin: structure and antioxidant content. **International Journal of Food Properties**, v. 18, n.11, 2487-2499, 2015.

KOYAMA, R., COLOMBO, R. C., BORGES, W. F. S., SILVESTRE, J. P., HUSSAIN, I., SHAHAB, M., PRUDENCIO, H. S.; SOUZA, R. T.; ROBERTO, S. R. Abscisic acid application affects color and acceptance of the new hybrid ‘BRS Melodia’ seedless grape grown in a subtropical region. **HortScience**, v. 54, n.6, p.1055-1060, 2019.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S.; CAMARGO, U. A.; DE SOUZA, R. T.; FAJARDO, T. V. M.; NAVES, R. D. L.; GIRARDI, C. L. **‘BRS Vitória’: nova cultivar de uva de mesa sem**

sementes com sabor especial e tolerante ao míldio. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71804/1/cot126.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P.; CAMARGO, U.A.; SOUZA, R.T. de; FAJARDO, T.V.M.; NAVES, R. de L.; GIRARDI, C.L. 'BRS Vitória' - a novel seedless table grape cultivar exhibiting special flavor and tolerance to downy mildew (*Pasmopara viticola*). **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.14, p.204-206, 2014.

MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. (Ed.) Anthocyanins as food colors. **New York: Academic Press**, 1982. p. 163-180.

MARQUES, R. C. **Avaliação da composição físico-química da cv. BRS Vitória para a elaboração de vinho tinto.** 2020.

PEREIRA, G. E., GUERRA, C. C., AMORIM, F. M. D., NASCIMENTO, A. M. D. S., SOUZA, J. F. D., LIMA, L. L. D. A., LIMA, M. S.; PADILHA, C. V. S.; PROTAS, J. F. S.; ZANUS, M. C.; TONIETTO, J. Vinhos tropicais do semiárido do Brasil. Desvendando o Potencial Vitivinícola desta Nova Fronteira Geográfica do Vinho. **Territoires du vin**, v. 9, 2018.

PERIN, E. C., CRIZEL, R. L., GALLI, V., DA SILVA MESSIAS, R., ROMBALDI, C. V. CHAVES, F. C. Extraction and quantification of abscisic acid and derivatives in strawberry by LC-MS. **Food Analytical Methods**, v. 11, 2547-2552, 2018.

R development core team [computer program]. Versão 2.15.1 R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2009.

RAY, S. Sensory properties of foods and their measurement methods. **Techniques to Measure Food Safety and Quality: Microbial, Chemical, and Sensory**, p. 345-381, 2021.

ROCHA, D. S; REED, E. Pigmentos Naturais em Alimentos e sua Importância para a Saúde. **Estudos Vida e Saúde**, v. 41, n. 1, p. 76-85, 2014.

RODRÍGUEZ-MENA, A.; OCHOA-MARTÍNEZ, L. A.; GONZÁLEZ-HERRERA, S. M.; RUTIAGA-QUIÑONES, O. M., GONZÁLEZ-LAREDO, R. F.; OLMEDILLA-ALONSO, B.; VEGA-MATURINO, S. Coloring potential of anthocyanins from purple sweet potato paste: Ultrasound-assisted extraction, enzymatic activity, color and its application in ice pops. **Food Chemistry Advances**, v. 3, 100358, 2023.

SOARES, J.M.; LEÃO, P.C.S. **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Petrolina, PE, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. In: **Fisiologia vegetal**, p. 848-848, 2009.

TECCHIO, M. A., HERNANDES, J. L., PIRES, E. J. P., TERRA, M. M., MOURA, M. F. Cultivo da videira para mesa, vinho e suco. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**, v. 2, 512-584, 2018.

VIVEK, K.; SUBBARAO, K. V.; ROUTRAY, W.; KAMINI, N. R.; DASH, K. K. Application of fuzzy logic in sensory evaluation of food products: A comprehensive study. **Food and Bioprocess Technology**, 13, p. 1-29, 2020.

YOUSSEF, K.; ROBERTO, S.R.; CHIAROTTI, F.; KOYAMA, R.; HUSSAIN, I.; SOUZA, R.T. de. Control of Botrytis mold of the new seedless grape 'BRS Vitoria' during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v.193, p. 316-321, 2015.

Área: Reaproveitamento de resíduos

DOI: 10.53934/202410.07

Capítulo 07

A gestão do desperdício de alimentos em restaurantes educacionais: Uma revisão sistemática de literatura

Mhainara Giânzia Nunes Lopes Fernandes¹; Rômulo Magno Oliveira de Freitas²

¹Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte/ Campus Natal Central, Av. Sen. Salgado Filho, 1559 - Tirol, Natal - RN, 59015-000, mhay.ifb@gmail.com

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte/ Campus Pau dos Ferros, BR-405 S/N, Pau dos Ferros - RN, 59900-000, romulo.freitas@ifrn.edu.br

E-mail do autor correspondente: mhay.ifb@gmail.com

RESUMO: Este estudo apresenta uma revisão sistemática de literatura (RSL) com o objetivo de identificar as estratégias utilizadas para determinar e minimizar o desperdício de alimentos em ambientes educacionais. A revisão da literatura baseou-se na utilização das palavras-chave 'descarte de alimentos', 'desperdício de alimentos,' e 'reaproveitamento de alimentos,' investigados em duas bases de dados: Scielo/Brasil e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Foram encontrados um total de 44 trabalhos, dos quais foram selecionados 7 artigos e 2 dissertações que abordam a temática do desperdício de alimentos em ambientes educacionais. Os resultados destacam a importância da detecção e implementação de ações para minimizar o desperdício de alimentos. Estratégias como a pesagem e a aplicação de questionários foram comumente utilizadas para detectar o desperdício de alimentos. Além disso, aulas, oficinas, produção e distribuição de material educativo, e a reestruturação de cardápios foram algumas das ações implementadas para reduzir o desperdício detectado. Os achados deste estudo enfatizam a necessidade de estratégias educativas e de conscientização para minimizar o desperdício de alimentos em ambientes educacionais.

Palavras-chave: Redução de resíduos; Revisão de literatura; Sustentabilidade alimentar.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a sustentabilidade e a redução do desperdício de alimentos tem se tornado uma temática cada vez mais relevante na sociedade atual, especialmente no contexto educacional (RIGON, 2021). Em locais como escolas, restaurantes e instituições, onde refeições coletivas são frequentemente servidas, o desperdício de alimentos é um problema significativo (RIGON, 2021).

De acordo com a análise de Ribeiro (2018), nos últimos 10 anos, notou-se uma notável escassez de estudos relacionados aos resíduos orgânicos e sua gestão em ambientes educacionais. São precisamente os dados obtidos nesse contexto que possibilitam a concepção de estratégias inovadoras para a reciclagem desses materiais. Portanto, é imperativo promover iniciativas voltadas para a educação ambiental, a sustentabilidade e a redução do desperdício de alimentos. Para identificar as estratégias adotadas nos últimos anos nesse cenário, uma revisão sistemática da literatura (RSL) foi conduzida.

A revisão sistemática de literatura é uma ferramenta essencial para a análise crítica e sistematizada da literatura existente sobre um determinado tema, permitindo que sejam obtidos resultados mais precisos e confiáveis (GALVÃO&RICARTE, 2020). É importante ressaltar que esta RSL foi realizada com o propósito de contribuir para a discussão e elaboração de estratégias para redução do desperdício de alimentos em ambientes educacionais, tendo em vista a importância dessa temática para a promoção de hábitos mais sustentáveis e a conscientização da sociedade em relação ao uso responsável dos recursos naturais.

O objetivo da presente revisão é identificar e selecionar estudos publicados nos últimos 5 anos (2018 a 2022) nas bases de dados Scielo/Brasil e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) que abordem o tema do reaproveitamento e desperdício de alimentos em ambientes educacionais. O propósito principal é proporcionar uma visão geral das pesquisas relacionadas a essa temática no contexto brasileiro, bem como compreender as estratégias e métodos utilizados para a identificação e redução do desperdício de alimentos nessas instituições.

Assim, a presente revisão sistemática de literatura pretende contribuir para o avanço do conhecimento sobre o reaproveitamento e desperdício de alimentos em ambientes educacionais, bem como para o desenvolvimento de estratégias eficazes para redução do desperdício de alimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

A revisão sistemática de literatura (RSL) teve início com a formulação das seguintes perguntas de pesquisa que orientaram essa revisão:

- Quais foram as estratégias utilizadas para determinar o desperdício ou não de alimentos?
- Quais foram os procedimentos utilizados para minimizar o desperdício detectado?

Após a formulação das perguntas norteadoras, foram utilizados um conjunto de duas bases de dados, Scielo e BDTD, para a realização da pesquisa. Posteriormente, os resumos dos trabalhos dos últimos 5 anos, compreendidos entre os anos de 2018 a 2022, foram examinados após a aplicação das palavras-chave "Desperdício de alimentos," "Descarte de alimentos" e "Reaproveitamento de alimentos" na pesquisa, com a restrição de que os textos estivessem em língua portuguesa. Durante esse processo, foram identificados e selecionados resumos relacionados a ambientes educacionais, enquanto aqueles que não atendiam a esse critério foram excluídos.

Com a palavra-chave "Desperdício de alimentos," foi possível identificar 22 artigos na Scielo/Brasil e 15 dissertações e 07 teses na BDTD. No entanto, em relação ao termo "Descarte de alimentos," observou-se um número significativamente menor de trabalhos, totalizando apenas 07 artigos na Scielo/Brasil, sem resultados na BDTD. Quanto ao termo "Reaproveitamento de alimentos," identificaram-se 2 artigos na Scielo/Brasil, bem como 5 dissertações na BDTD. Após a análise dos resumos e a seleção dos estudos realizados em ambientes educacionais, foi possível reduzir a quantidade inicial para um total de 7 artigos e 2 dissertações, conforme tabela abaixo:

Tabela 1: Pesquisas selecionadas das bases de dados.

Base de Pesquisa	Trabalhos	Tipo	Autores	Ano
SCIELO	How to fight food waste in university restaurants?	Artigo	Lucas Rodrigues Deliberador, Aldara da Silva César e Mário Otávio Batalha	2021
	Desperdício de alimentos: evidências de um refeitório universitário no Brasil	Artigo	Lucas Rodrigues Deliberador, Mário Otávio Batalha, Michelle Chung e Aldara Da Silva César	2021
	Educação ambiental: a conscientização sobre o destino de resíduos sólidos, o desperdício de água e o de alimentos no município de Cametá/PA	Artigo	Nayara Cristina Caldas Almeida, Cezário Ferreira Dos Santos Junior III, Aline Nunes e Mariane Souza Melo De Liz	2019
	Impacto de uma campanha para redução de desperdício de alimentos em um restaurante universitário	Artigo	Moniele Pereira Borges, Luiz Henrique Rodrigues Souza, Sirlaine De Pinho e Lucinéia De Pinho	2018
	Influence of intervention on the menu's nutritional and sensory qualities and on the food waste of children's education center ²	Artigo	Vanessa Rocha De Souza, Amanda Brinco Ferreira, Jackline Freitas Brilhante de São José, Erika Madeira Moreira da Silva, Daniela Alves Silva	2019
	Adequação nutricional e desperdício de alimentos em centros de educação infantil	Artigo	Camila Alves Nogueira de Souza, Giovana Longo-Silva, Risia Cristina Egito Menezes, Alyne da Costa Araujo, Maysa Helena de Aguiar Toloni e Maria Alice de Araújo Oliveira	2018
BDTD	Atividades de educação alimentar e nutricional com foco no desperdício de alimentos na alimentação escolar	Dissertação	Talita Balansin Rigon	2021
	Gestão de alimentos no restaurante do IFPB-campus Sousa.	Artigo	José de Sousa Brito Filho	2019
	Alimentação escolar e a produção de resíduos orgânicos na rede municipal de ensino em tempo integral de João Pessoa-PB	Dissertação	Lázaro Fialho da Cruz Ribeiro	2018

Fonte: autores (2022).

Para análise desses trabalhos foi utilizado o método de análise indutivo, na qual as classificações surgem a partir da leitura e observação particular para chegarmos a proposições gerais (ZAMBELO *et.al* 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção de Resultados e Discussão abordará as descobertas e análises decorrentes deste estudo. Inicialmente, serão apresentadas as principais abordagens encontradas na literatura em relação ao desperdício de alimentos. Em seguida, será realizada uma discussão sobre como essas abordagens se distribuem entre os trabalhos analisados e as implicações no contexto geral.

No decorrer da pesquisa, foi observado que os pesquisadores empregaram a técnica de pesagem e/ou aplicação de questionários para a detecção do desperdício de alimentos. Adicionalmente, os autores implementaram aulas, oficinas, produção e distribuição de material educativo, como folders e cartazes, juntamente com a reestruturação de cardápios, como medidas destinadas a mitigar o desperdício identificado. Esses achados destacam a relevância das estratégias educacionais e de conscientização como meios eficazes para a redução do desperdício de alimentos em ambientes educacionais.

O estudo de Deliberador *et al.* (2021) teve como objetivo identificar os motivos que levam ao desperdício de alimentos em uma universidade brasileira, por meio da aplicação de questionários e pesagem das sobras de alimentos dos pratos. O estudo contou com uma equipe de seis pessoas e entrevistou mais de 342 pessoas, incluindo alunos, professores, funcionários e visitantes. A metodologia utilizada consistiu na aplicação de questionários para autoidentificação e percepção dos motivos que levam ao desperdício de alimentos, além da pesagem dos alimentos evitáveis. Os resultados foram analisados de forma descritiva com o auxílio do software estatístico SPSS versão 21.0, e foram feitas recomendações para minimizar o desperdício de alimentos, tais como reduzir a porção servida, inspecionar a qualidade da comida de forma periódica, e utilizar apenas o prato, entre outras.

Já o estudo de Almeida *et al.* (2019) teve como objetivo levantar dados sobre o desperdício de água e alimentos e a destinação de resíduos sólidos em ambientes domiciliares, por meio da aplicação de um questionário semiestruturado em alunos do 4º e 5º ano de uma

escola municipal em Cametá/PA. O estudo foi dividido em três etapas, incluindo a sensibilização e inserção dos alunos sobre o assunto de desperdício de água, alimentos e resíduos sólidos, a aplicação do questionário semiestruturado, e a realização de uma oficina e entrega de folhetos para reforçar as temáticas abordadas. Os resultados mostraram que parte dos alunos e familiares despejam resíduos gerados em suas casas no rio, mesmo havendo coleta realizada pela prefeitura. Além disso, foi constatado que uma parcela dos alunos consome alimentos industrializados diariamente e coloca mais comida no prato do que realmente costuma comer, levando a um maior desperdício de alimentos.

Ambos os estudos apresentam uma abordagem interessante para a compreensão do desperdício de alimentos, por meio da aplicação de questionários e pesagem dos alimentos evitáveis. No entanto, é importante ressaltar que os estudos foram realizados em contextos diferentes, com metodologias e públicos alvos distintos, o que pode levar a resultados diferentes. Além disso, os estudos também destacam a importância da sensibilização e educação ambiental para a conscientização sobre o desperdício de alimentos e a destinação correta dos resíduos.

Borges *et al.* (2019) realizaram um estudo de caso para avaliar um plano de ação visando reduzir o desperdício de alimentos em um restaurante universitário público no norte de Minas Gerais. O estudo foi realizado antes e após ações de treinamento com dezenove funcionários envolvidos na preparação e distribuição dos alimentos na Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN), bem como com os comensais. O treinamento consistiu em uma sessão de duas horas ao longo de quatro semanas, com abordagem expositiva e dialogada discutindo as principais maneiras de evitar o desperdício durante o recebimento, armazenamento, preparação e distribuição dos alimentos para os comensais. Durante esse período, cartazes educativos foram exibidos no ambiente de alimentação. Para avaliar a eficácia da intervenção, foi utilizado um sistema de pesagem para pesar os alimentos preparados já em seus recipientes e após as refeições, as sobras foram pesadas no mesmo recipiente. Os alimentos não ingeridos foram separados em categorias evitáveis e inevitáveis para evitar influenciar o cálculo. O pacote estatístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 18.0 foi usado para análise de dados. Segundo os autores, por meio de campanhas para os comensais e treinamento para os

funcionários, houve uma redução satisfatória no desperdício de alimentos, com uma redução de desperdício tanto nas sobras nos recipientes quanto nos alimentos não ingeridos.

A pesquisa conduzida por Brito Filho (2019) na Unidade de Alimentação e Nutrição do Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, Unidade de São Gonçalo, teve como objetivo quantificar o desperdício de alimentos. Inicialmente, foi realizada uma observação da produção e distribuição das refeições, seguida de uma avaliação do funcionamento do refeitório para determinar a abordagem a ser aplicada no trabalho. A proposta de intervenção foi apresentada à equipe da UAN juntamente com as diretrizes da metodologia que seria utilizada durante o projeto, as quais foram expostas no ambiente da cozinha. A pesquisa foi realizada por meio da pesagem dos recipientes de alimentos antes da distribuição e, ao final, os recipientes foram novamente pesados para que a diferença pudesse ser calculada. Durante o registro de sobras de alimentos, os restos foram separados em tambores de aço inoxidável e pesados. O autor identificou um alto nível de desperdício de alimentos em diferentes etapas, desde a produção até a distribuição, resultando em uma quantidade significativa de restos e sobras relacionadas à falta de planejamento dos funcionários em relação à quantidade de alimentos produzidos e à conscientização dos consumidores para reduzir o desperdício de alimentos. O autor sugere a necessidade de desenvolver ações e campanhas que envolvam tanto os funcionários (nutricionistas, cozinheiras, colaboradores e serviços gerais) quanto os consumidores.

Souza *et al.* (2018) buscaram avaliar a adequação nutricional dos alimentos servidos e consumidos, além de quantificar o desperdício de alimentos, por meio do método de pesagem, em cinco centros de educação infantil localizados em Maceió/AL, com 359 crianças na faixa etária de 17 a 63 meses. O método de pesagem foi utilizado para sólidos e volume de líquidos antes e depois da preparação dos alimentos, além da pesagem dos restos de alimentos não consumidos. Os autores concluíram que o cardápio possui pouca variedade e falta de diversidade alimentar e de seus preparos, mas que mesmo assim, a quantidade de alimentos descartados em suas diferentes preparações foi considerada aceitável segundo a Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013 do PNAE. A partir desses dados, o autor espera que haja uma melhoria na oferta de refeições mais diversificadas, com diferentes preparos e ainda assim saudáveis.

Souza *et al.* (2019) desenvolveram uma intervenção em duas fases que consistiu no planejamento do cardápio e treinamento da equipe de manipulação dos alimentos quanto à proporção das porções. Os resultados indicaram que a proposta de intervenção do cardápio apresentou resultado positivo de redução de sobras limpas. A autora destaca a necessidade de qualificar os manipuladores de alimentos que contribuem para o funcionamento das unidades de alimentação.

Rigon (2021) realizou um estudo de caso em duas escolas públicas do interior de São Paulo, com 150 alunos de turmas de 3º e 4º ano do ensino fundamental. A autora dividiu as turmas como “controle” e a outra como “intervenção”, passando apenas esta última por intervenções de EAN. A pesquisa resultou em uma redução significativa do desperdício de alimentos na turma de intervenção, destacando a importância da participação da gestão escolar na definição da abordagem a ser desenvolvida.

Ribeiro (2018), por sua vez, caracterizou sua pesquisa como um estudo de caso com caráter quali-quantitativo e foi desenvolvido em escolas com ensino em tempo integral localizadas em João Pessoa, Paraíba. O autor utilizou questionários semiestruturados com questões sobre “segurança alimentar e produção de resíduos” para serem aplicados com os manipuladores de alimentos de cada unidade, além da pesagem de restos e sobras. Embora não tenha desenvolvido uma intervenção para mitigar o desperdício de alimentos, o autor sinaliza a necessidade de campanhas de incentivo à redução de desperdício de alimentos e destaca que o material criado durante a pesquisa serve de apoio para embasamento teórico de futuros trabalhos sobre a temática.

Deliberador, César e Batalha (2021) realizaram uma revisão da literatura para investigar as principais razões para perdas e desperdício de alimentos em restaurantes universitários, bem como estratégias que possam minimizá-los. Durante a pesquisa, foram identificadas 13 causas, incluindo tamanho da porção, qualidade, preço, apelo emocional, palatabilidade, preparação/cozimento, composição do cardápio, tempo, saciedade, armazenamento, serviço, compras em excesso e segurança. Eles também identificaram 14 possíveis intervenções para abordar essas questões, como campanhas, refeições sem bandejas, gestão de resíduos, redução do tamanho da porção, melhoria da qualidade, mudanças no

cardápio, planejamento, pré-encomenda, caridade/doações, informações nutricionais, coerção, mudanças de pratos, melhorias na preparação/cozimento e melhorias no armazenamento.

CONCLUSÃO

Os estudos selecionados evidenciam que as técnicas de pesagem e/ou aplicação de questionários são úteis para detectar o desperdício de alimentos. A revisão destaca causas fundamentais e possíveis intervenções, proporcionando uma visão integrada, enquanto os estudos revelam estratégias eficazes para reduzir o desperdício, incluindo campanhas, treinamentos e ajustes nos cardápios. Contudo, as análises também revelam diversas problemáticas subjacentes, como a carência de diversidade alimentar, a inadequação de tamanhos de porções e a falta de conscientização em relação ao desperdício, que surgem como desafios comuns. Além disso, a questão da gestão eficiente de resíduos e a necessidade de aprimoramento na educação alimentar são obstáculos que necessitam de atenção. Os estudos indicam que a gestão escolar desempenha um papel essencial na promoção de mudanças positivas. Um estudo de caso específico demonstrou uma redução significativa do desperdício, destacando a influência da gestão na eficácia das intervenções. No entanto, essa conclusão sugere a necessidade de um foco mais aprofundado na capacitação e envolvimento da gestão escolar como parte integrante das estratégias para redução do desperdício. Adicionalmente, a necessidade de campanhas de conscientização é enfatizada, sugerindo que envolver toda a comunidade educacional pode ser crucial para o sucesso dessas iniciativas. Esses achados, quando considerados em conjunto, apontam para a complexidade do problema do desperdício de alimentos e destacam a importância de estratégias multifacetadas. Sugere-se, para trabalhos futuros, a investigação mais aprofundada sobre estratégias específicas de conscientização, a implementação de programas de educação alimentar contínua e a avaliação do impacto de intervenções direcionadas na gestão de resíduos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Nayara Cristina Caldas; JUNIOR, Cezário Ferreira dos Santos; NUNES, Aline; LIZ, Mariane Souza Melo de. Educação ambiental: a conscientização sobre o destino de

resíduos sólidos, o desperdício de água e o de alimentos no município de Cametá/PA. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 100, p. 481-500, 2019. DOI: 10.24109/2176-6681.rbep.100i255.4007. Acesso em 12 de outubro de 2023.

BORGES, Moniele Pereira; SOUZA, Luiz Henrique Rodrigues; PINHO, Sirlaine de; PINHO, Lucinéia de. Impacto de uma campanha para redução de desperdício de alimentos em um restaurante universitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, p. 843-848, 2019. DOI: 10.1590/S1413-41522019187411. Acesso em 12 de outubro de 2023.

BRITO FILHO, José de Sousa. **Gestão de alimentos no restaurante do IFPB-Campus Sousa**. 2019. 17 f. Artigo (Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2019.

DELIBERADOR, Lucas Rodrigues; BATALHA, Mário Otávio; CHUNG, Michelle; CÉSAR, Aldara da Silva. Desperdício de alimentos: evidências de um refeitório universitário no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, v. 61, p. 1-17, 2021. DOI: 10.1590/S0034-759020210507x. Acesso em 12 de outubro de 2023.

DELIBERADOR, Lucas Rodrigues; CÉSAR, Aldara da Silva; BATALHA, Mário Otávio. How to fight food waste in university restaurants?. **Gestão & Produção**, v. 28, p. 1-26, 2021. DOI: 10.1590/1806-9649-2020v28e5415. Acesso em 12 de outubro de 2023.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. DOI: 10.21728/logcion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 12 out. 2023.

RIBEIRO, Lázaro Fialho da Cruz. **Alimentação escolar e a produção de resíduos orgânicos na rede municipal de ensino em tempo integral de João Pessoa-PB**. 2018. Dissertação

apresentada ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba, 2018. 88 p.

RIGON, Talita Balansin. **Atividades de educação alimentar e nutricional com foco no desperdício de alimentos na alimentação escolar**. 2021. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas, Limeira, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1467>. Acesso em: 12 out. 2023.

SOUZA, Camila Alves Nogueira de; LONGO-SILVA, Giovana; MENDES, Risia Cristina Egito; ARAUJO, Alyne da Costa; TOLONI, Maysa Helena de Aguiar; OLIVEIRA, Maria Alice de Araújo. Adequação nutricional e desperdício de alimentos em Centros de Educação Infantil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, p. 4177-4188, 2018. DOI: 10.1590/1413-812320182312.30742016. Acesso em 12 de outubro de 2023.

SOUZA, Vanessa Rocha de; FERREIRA, Amanda Brinco; BRILHANTE DE SÃO JOSÉ, Jackline Freitas; SILVA, Erika Madeira Moreira da; SILVA, Daniela Alves. Influence of intervention on the menu's nutritional and sensory qualities and on the food waste of children's education center. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 411-418, 2019. DOI: 10.1590/1413-81232018242.0236201. Acesso em 12 de outubro de 2023.

ZAMBELLO, Aline Vanessa; SOARES, Alessandra Guimarães; TAUIL, Carlos Eduardo; DONZELLI, Cleivaldo Aparecido; FONTANA, Felipe; CHOTOLLI, Wesley Piante. **Metodologia da Pesquisa e do Trabalho Científico**. 1ª ed. FUNEPE, 2018. 96 p.

Área: Tecnologia de produtos apícolas

DOI: 10.53934/202410.08

Capítulo 08

Fracionamento e embalagens na valorização do pólen apícola desidratado comercializado no Brasil

Emanuela Vitória Lôbo da Silva¹; Raimundo João Vitor Alves Nunes¹; Brenda Karoline Tiburcio Coelho²; Rômulo Magno Oliveira de Freitas¹; Luciene Xavier de Mesquita Carvalho¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – *Campus* Pau dos Ferros, BR 405, Km 154, s/n, Chico Cajá - Pau dos Ferros-RN CEP: 59900-000, emanuela.viotira@escolar.ifrn.edu.br; raimundo.joao@escolar.ifrn.edu.br; romulo.freitas@ifrn.edu.br; luciene.mesquita@ifrn.edu.br.

²Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – *Campus* Natal-Central, Av. Sen. Salgado Filho, 1559 - Tirol, Natal - RN, CEP 59015-000, brenda.coelho@escolar.ifrn.edu.br.

E-mail do autor correspondente: brenda.coelho@escolar.ifrn.edu.br

RESUMO: No Brasil, o pólen apícola desidratado é comercializado de inúmeras maneiras e as diversas formas de fracionamento e embalagem desse produto podem influenciar na sua valorização e seu preço, questão de interesse do apicultor. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo analisar o preço, fracionamento e os tipos de embalagem de amostras de pólen apícola desidratado comercializadas no Brasil a fim de encontrar uma relação entre esses parâmetros. Para isso, foram analisadas 10 amostras de pólen apícola desidratado, sendo verificadas informações sobre: tipo de embalagem, nível de permeabilidade, quantidade fracionada (em gramas), preço unitário (fracionados) e em kg, comercializados nos anos de 2020 e 2021. Foi verificado que o material da embalagem não influencia, sozinha, no seu valor, mas o seu fracionamento pode influenciar diretamente na valorização do produto comercializado. Os valores comparados nos anos de 2020 e 2021 não mostraram alterações significativas. Diante

dos resultados, recomenda-se que o apicultor comercialize o seu produto fracionado em embalagem adequada, visando uma maior rentabilidade.

Palavras-chave: *Apis mellifera*; Embalagens impermeáveis; Embalagem primária; Pólen apícola; Produto apícola.

INTRODUÇÃO

A apicultura é uma atividade de grande importância econômica e sustentável (APACAME, 2016). Na agricultura familiar, essa atividade é considerada indispensável (SOARES *et al.*, 2012), proporcionando aumento da renda, maior aproveitamento do meio ambiente natural e sua capacidade produtiva, sem ser danosa à cobertura vegetal, além de apresentar baixo custo de implantação e manutenção (VIDAL, 2017).

Both *et al.* (2009) destacam a diversidade de produtos advindos da apicultura, como o mel, própolis, cera, geleia real, apitoxina, coleta de pólen, entre outros, bem como os serviços à natureza para a preservação do meio ambiente através da polinização da flora nativa. Dentre todos os produtos, o pólen apícola ainda se caracteriza como pouco conhecido e comercializado. No Brasil, a sua produção iniciou-se modestamente no fim da década de 80 e atualmente o mercado favorável ao consumo de produtos naturais vem estimulando e impulsionando essa modalidade da cadeia produtiva (ALVES, 2013).

O pólen apícola é amplamente comercializado em lojas físicas e virtuais, e armazenadas em diferentes tipos de embalagens. Esse produto é encontrado em várias formas de fracionamento que influenciam diretamente na sua valorização, o que contribui para grandes variações de preço. O fracionamento pode ser entendido como a operação pela qual o alimento é dividido e acondicionado, para atender a sua distribuição, comercialização e disponibilização ao consumidor (BRASIL, 2002).

Fora a quantidade a ser vendida, a embalagem desempenha um papel fundamental na comercialização do pólen e dos outros produtos apícolas. Além de conter o produto, a embalagem é muito importante na sua conservação, mantendo qualidade e segurança, atuando como barreira contra fatores responsáveis pela deterioração química, física e microbiológica (JORGE, 2013). As embalagens podem tanto agregar valor ao produto como desestimular a compra devido ao seu aspecto físico (CADDAAH, 2008).

Existem três tipos de embalagem, sendo primária a embalagem que está em contato direto com o alimento, como a lata, a garrafa ou o saco plástico; secundária é a embalagem responsável por conter a(s) embalagem(ns) primária(s), como é o caso das caixas de cartão ou cartolina; terciária é destinada a conter uma ou várias embalagens secundárias, como caixas de papelão ou grades plásticas para garrafas de bebidas (BRASIL, 2002).

Visto a importância da comercialização do pólen apícola como fonte de geração de renda ao apicultor, o presente estudo tem como objetivo analisar o preço, fracionamento e os tipos de embalagem de 10 amostras de pólen apícola desidratado comercializadas no Brasil, com o intuito de avaliar a relação entre esses elementos e a valorização desse estimado produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das amostras de pólen apícola desidratado

O experimento foi realizado durante o período de outubro de 2020 a dezembro de 2021. No estudo, foram utilizadas 10 amostras de pólen apícola, todas comercializadas no Brasil, sendo três obtidas na cidade de Mossoró - RN (duas delas compradas em lojas físicas e uma diretamente de um apicultor), duas na cidade de Fortaleza - CE, em estabelecimentos físicos voltados à venda de produtos naturais, uma na cidade de Chorozinho-CE, em loja física de produtos apícolas, e quatro em lojas virtuais (Tabela 1). As amostras tiveram origem em dez municípios de seis estados do País.

Tabela 1. Amostras de pólen apícola desidratado utilizadas no trabalho.

Marca comercial	Compra	Local de compra	Local de origem
Melbee	<i>E-commerce</i>	Internet	São José do Rio Preto-SP
Nobreflora	Loja de produtos naturais	Fortaleza-CE	União da Vitória-PR
Ponlee	Loja de produtos naturais	Fortaleza-CE	Atibaia-SP
Pólen Apícola desidratado	Loja física de produtos orgânicos	Mossóro-RN	Touros -RN
Baldone	Loja de produtos naturais	Mossoró-RN	Campinas-SP
ABV	<i>E-commerce</i>	Internet	Formiga-MG
MN Própolis	<i>E-commerce</i>	Internet	Mogi das cruces - SP
Mel wenzel	Loja física de produtos apícolas	Chorozinho-CE	Picos-PI
Natuflores	<i>E-commerce</i>	Internet	Canavieiras-BA
Mangangá	Direto com o apicultor	Mossoró-RN	Mossoró-RN

Fonte: autores (2021).

Análise e Tabulação dos dados

As análises foram realizadas através da tabulação das seguintes variáveis: tipo de embalagem (primária e secundária), impermeabilidade das embalagens (semipermeáveis e impermeáveis), valor de amostra em real/grama, quantidade por unidade comercializada (em gramas), valores por unidade (fracionado) e em kg das amostras comercializadas nos anos de 2020 e 2021.

As amostras para a realização do presente trabalho foram obtidas entre os meses de outubro de 2020 a abril de 2021 e posteriormente, no mês de dezembro de 2021 foram atualizados os valores por meio de buscas na internet e em consulta aos estabelecimentos físicos.

Análise dos dados

Os dados obtidos, foram submetidos a análise descritiva, por meio de tabelas da plataforma Microsoft Excel® e valores convertidos do fracionamento original para preço por quilo. Em seguida, foi feita a discussão dos dados, por meio de porcentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, foi verificado que 60% das amostras foram armazenadas em embalagens primárias do tipo plásticas semipermeáveis. Os 40% restantes correspondem às embalagens primárias de vidro, consideradas impermeáveis. Apresenta-se também o valor em real por gramas de cada produto, considerando a unidade (Tabela 2).

Tabela 2. Tipos de embalagens de amostras de pólen apícola desidratado utilizados no trabalho.

Marca comercial	Tipo de embalagem		Permeabilidade da embalagem	Preço por gramas (R\$)*
	Primária	Secundária		
Melbee	Plástico	Não possui	Semipermeável	0,18
Nobreflora	Plástico	Não possui	Semipermeável	0,48
Ponlee	Plástico	Não possui	Semipermeável	0,35
Pólen Apícola desidratado	Plástico	Não possui	Semipermeável	0,30
Baldone	Vidro	Não possui	Impermeável	0,45
ABV	Plástico	Plástico flexível	Semipermeável	0,26
MN Própolis	Vidro com tampa de alumínio	Não possui	Impermeável	0,59
Mel wenzel	Vidro com tampa de alumínio	Plástico flexível	Impermeável	0,35
Natuflores	Plástico	Não possui	Semipermeável	0,18
Mangangá	Vidro com tampa de alumínio	Não possui	Impermeável	0,34

*Preços do ano de 2021 exceto pela marca Pólen Apícola Desidratado.
Fonte: autores (2021).

As embalagens impermeáveis, como a de vidro e metal, fazem com que não haja a troca gasosa e que o alimento esteja conservado de forma mais segura. Diferente das embalagens de vidro, as embalagens plásticas, são permeáveis a gases e vapor de água em um grau maior ou menor, a depender dos materiais. Estas reações podem levar à descoloração, perda de nutrientes e desenvolvimento de odores (SAEQAUFSC, 2021).

40% das amostras do estudo foram embaladas em um material mais seguro e estão menos propícias a efeitos do ambiente devido estarem em uma melhor condição de armazenamento.

As embalagens secundárias, estão em contato direto com as primárias e são responsáveis por protegê-las das ações físicas e mecânicas durante a distribuição. Apenas duas amostras têm a proteção secundária, correspondente a 20% das amostras.

Observa-se que as três amostras mais baratas, Natuflora, ABV e Melbee possuem embalagem primária de plástico, sendo a ABV a única com embalagem secundária. Todas consideradas semipermeável. A amostra mais cara, MN Própolis, possui embalagem impermeável, de vidro com tampa de alumínio. Entretanto, segunda mais cara, Nobreflora, possui embalagem semipermeável de plástico.

Na Tabela 3, pode-se verificar os valores e o fracionamento das amostras de pólen apícola desidratado nos anos de 2020 e 2021. No ano de 2020, os valores do pólen variaram de R\$ 180 até R\$ 519,70 por kg, uma variação de aproximadamente 188%. Em 2021, os valores variaram de R\$ 180 até R\$ 599,70, uma variação de aproximadamente 233%. Houve uma grande variação de quantidade fracionada para a comercialização, de 45 gramas até 250 gramas, o que corresponde a 455%.

Tabela 3. Valores e fracionamento das amostras de pólen apícola desidratado utilizados no trabalho.

Marca comercial	Quantidade (g)	2020		2021	
		Reais (R\$)			
		Preço (Un)	Preço (Kg)	Preço (Un)	Preço (Kg)
Melbee	250	45,00	180,00	45,00	180,00
Nobreflora	110	52,00	472,70	52,89	480,82
Ponlee	150	67,00	446,70	52,97	380,00

Pólen Apícola desidratado	120	37,00	308,30	-	
Baldone	80	19,90	248,80	36,40	455,00
ABV	45	13,96	310,20	12,00	266,67
MN Própolis	100	51,97	519,70	59,97	599,70
Mel wenzel	50	22,50	450,00	17,96	359,20
Natuflores	240	49,97	208,20	43,50	181,25
Mangangá	150	50,00	333,30	51,00	340,00

Fonte: autores (2021).

Mediante tantos avanços a embalagem passou também a agregar valor ao produto e dar um significado a ele, não perdendo suas outras funcionalidades, como transporte, manuseio e conservação (MESTRINER, 2002). Entretanto, nesse estudo foi evidenciado que embora as embalagens de vidro tenham um valor maior do que as embalagens plásticas e sejam mais eficientes em termos de conservação dos produtos (JAIME et al., 2018), o material da embalagem não influenciou de forma significativa nos valores das amostras. Apesar das amostras mais baratas deterem embalagens de plástico, pode-se observar que mesmo em embalagens plásticas, outras foram comercializadas a um valor superior a amostras com embalagem de vidro, como por exemplo a da Nobreflora (R\$ 0,48/g) quando comparada a de Mangangá (R\$ 0,34/g). Isso também foi verificado em amostras que possuíam além da embalagem primária, a secundária

De acordo com os dados obtidos, é possível observar uma relação mais significativa entre o preço e a quantidade comercializada. No geral, existe uma tendência de que quanto maior o fracionamento, ou seja, menor a quantidade vendida, maior será o valor comercial do pólen apícola desidratado, quando convertido em kg. E quanto maior for a quantidade fracionada, menor será o seu valor, visto que amostras como a Melbee apresenta uma grande quantidade de pólen por unidade e um baixo valor se comparado a outras marcas que comercializam em pequenas quantidades, como a amostra da marca Mel Wenzel.

Quando considerado o tipo de embalagem, a amostra da MN Própolis obteve maior valor comercial (embalagem primária de vidro com tampa de alumínio), porém quanto ao fracionamento a marca Mel Wenzel teve destaque - segundo menor fracionamento (50g), com

o segundo maior preço por kg (R\$ 450,00). Incontestavelmente, outros parâmetros devem ser avaliados para a justificativa de preço dos produtos.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos, 40% das amostras analisadas possuem embalagem de vidro, que é mais eficiente à conservação do produto, dentre elas a mais cara na proporção de real/grama. Embora essas embalagens sejam mais eficientes, não influenciaram significativamente no valor de comercialização do pólen de forma individual, visto que outras marcas que não utilizam de embalagens de vidro vendem o seu produto a valores maiores.

Nota-se que a variação de preço de um ano para o outro foi pontual e não significativa. Alguns valores aumentaram e outros diminuíram, com pouca variação de preço para mais ou para menos. Sobre o fracionamento, uma relação direta foi evidenciada: quanto maior o fracionamento, maior o valor do produto comercialmente por kg.

Com base na análise realizada, sugere-se que o apicultor que deseja obter maior lucro do seu pólen apícola desidratado invista em uma embalagem eficiente e em uma maior quantidade fracionada para que consiga obter maior rentabilidade.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. L. T. M. F. Pólen – alimento e grande fonte de renda para o apicultor. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 10, n.2, jul-dez, 2013.

APACAME – Associação Paulista de Apicultores Criadores de Abelhas Melíferas Europeias. **Apicultura**. 2016. Disponível em: <<http://apacame.org.br/site/abelhas/o-que-e-apicultura/apicultura/>>. Acesso em: 30 Ago. 2021.

BOTH, J. P. C. L.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, T. F. **Perfil socioeconômico e tecnológico da apicultura no município de Capitão Poço, estado do Pará, Brasil**. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC Nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprovar o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 20 de setembro de 2002.

CADDAH, L. H. G. **A influência da embalagem no comportamento de compra do consumidor**. Monografia, Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, Brasil, 2008.

JAIME, S. B. M.; BÓCOLI, P. F. J.; FARIA, T. B. Barreira à luz de embalagens de vidro. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens**, v. 30, n. 2, 2018.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica. 2013.

MESTRINER, F. Design de embalagem. São Paulo: **Pearson Makron Books**, 2ª ed., 2002.

SAEQAUFSC. **Qual a importância das embalagens em alimentos e qual o papel dos engenheiros de alimentos nesse set?** SAEQA, 2021. Disponível em: <

SOARES, L. C. F. S.; ARNAUD, E. R.; BORGES, M. DA G. B.; SCHMIDT FILHO, R.; SILVA, R. A. Cadeia produtiva da apicultura: COOAPIL – cooperativa da microrregião de Catolé do Rocha – PB. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 6, n. 1, p. 16 - 24, 25 jul. 2012.

VIDAL, M. F; **Desempenho da apicultura nordestina em anos de estiagem**. Caderno Setorial ETENE, n. 11, 2017. Disponível em <https://g20mais20.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/267/1/2017_CDS_11.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

Área: Tecnologia de produtos de origem animal.

DOI: 10.53934/202410.09

Capítulo 09

O estudo da modelagem matemática da cinética de secagem do *Macrobrachium amazonicum* desidratado por *Refractance window*

Matheus Yuri de Oliveira Rosa¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01, Campus Universitário do Guamá, Belém, Pará.

E-mail do autor correspondente: matheusyurid@gmail.com

RESUMO: O objetivo foi avaliar o desempenho da secagem por *Refractance window* (RW) associado ao pré-tratamento com etanol assistido por agitação mecânica e ultrassom no processo de desidratação de uma matriz de origem animal (*M. amazonicum*). Simultaneamente, realizar a cinética de secagem (CS) e da modelagem matemática aos dados experimentais. As amostras foram pré-tratadas com etanol 100% em agitação mecânica e ultrassom, por 10 minutos, seguido de secagem em RW sob 50 e 90°C. Os modelos matemáticos de Crank e de Motta Lima e Massarani foram utilizados para estimar os parâmetros. A qualidade do ajuste foi avaliada pelo coeficiente de correlação (R^2) e pelo Chi-quadrado (X^2). Como resultado, as amostras secas à 90°C apresentaram uma umidade final expressivamente menor, em comparação às secas sob 50°C. O modelo matemático de Motta Lima e Massarani apresentou o melhor ajuste, com $R^2 \geq 0,98$ e valores baixos de X^2 . A utilização do pré-tratamento com etanol e técnicas de agitação mecânica e ultrassom resultaram na redução significativa do tempo de secagem, tornando o processo eficiente. Este estudo demonstrou que a combinação de RW e pré-tratamento com etanol melhorou a eficácia da secagem de camarões, com potencial aplicação na indústria de alimentos.

Palavras-chave: Camarão-da-Amazônia; Desidratação; Pescado.

INTRODUÇÃO

A musculatura do camarão é constituída por um frágil tecido conjuntivo, com potencial hidrogeniônico (pH) em torno da neutralidade e pelo alto valor de atividade de água (A_w) (ZHANG et al., 2015). As características nutricionais do camarão podem variar de acordo com a estação do ano, a época da captura, a idade, as condições do meio e a alimentação. A água, as proteínas e os lipídeos são os constituintes mais significativos da composição química e nutricional do camarão, bem como são determinantes para o valor calórico, para as características sensoriais e para a capacidade de conservação (CASTAÑEDA-LÓPEZ, 2021).

Devido ao grau de perecibilidade e as reações químicas e bioquímicas do camarão, durante a cadeia produtiva, comumente, usa-se a salga como uma das principais técnicas de conservação, a fim de retardar mudanças nas características e reduzir a perda de material, sobretudo na Região Amazônica, onde esse alimento tem grande importância socioeconômica e cultural (SILVA et al., 2017). Por conta disso, torna-se necessária a aplicação de inovações tecnológicas que visam retardar a vida útil desse produto, sem provocar alterações significativas nas características nutricionais e sensoriais (NESPOLO et al., 2015).

A secagem é um método que pode ser aplicado na conservação do camarão, contudo, o tempo prolongado para a finalização e a baixa eficiência dos métodos tradicionais acarretam na busca por novas técnicas, como a secagem por *Refractance window* (RW), método que utiliza água quente circulante que transfere a energia térmica por convecção (da água para a esteira) e por condução (da esteira para o alimento) (WAGHMARE, 2021). Diante disso, pode ser considerada como uma “secagem suave”, de modo que a temperatura da amostra não ultrapassa 80°C, além de apresentar a vantagem de preservar os parâmetros nutricionais e de qualidade (WAGHMARE, 2021). Ademais, como técnica para acelerar os processos de secagem, o uso do etanol (EtOH) no pré-tratamento de alimentos pode ser uma alternativa, uma vez que, esse solvente orgânico tem a capacidade de agir na dissolução das membranas celulares, altera a estrutura da amostra a ser desidratada e melhora a transferência de umidade, a qual reduz o tempo do processo da secagem (CUNHA et al., 2020; FREITAS et al., 2021).

Em posse dessas informações, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho do método de secagem por *Refractance window* associado ao pré-tratamento com etanol assistido

por agitação mecânica e ultrassom no processo de desidratação de uma matriz de origem animal, o *M. amazonicum*. Simultaneamente, realizar a cinética de secagem e a aplicação de modelos matemáticos aos dados experimentais.

MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima (*M. amazonicum*) foi obtida no Mercado Público de Icoaraci, Distrito de Belém, Pará, em novembro de 2022. O material foi inserido em caixas isotérmicas, coberto por gelo em escama e direcionado ao Laboratório de Medidas Físicas (LAMEFI) da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), da Universidade Federal do Pará (UFPA). Posteriormente classificou-se e armazenou-se sob congelamento em *freezer* à temperatura de -20°C .

Pré-tratamento

Para o pré-tratamento do *M. amazonicum* com EtOH, retirou-se o cefalotórax e a casca da amostra, afim de obter apenas o abdômen (parte de interesse do experimento). Ademais, dividiu-se as amostras conforme os respectivos tratamentos, a saber: sem pré-tratamento (SPT); agitação mecânica (AG); e ultrassom (US). O pré-tratamento em AG e US ocorreu com a introdução das amostras em béqueres de 100mL, preenchido com EtOH 100% (1:18), o qual ocorreu por 10 minutos. Essa metodologia foi baseada nas pesquisas de Cunha et al. (2020) e Junqueira et al. (2021).

Secagem em *Refractance window*

O RW é composto por um reservatório de água aquecida e circulante (banho termostático Q212M2/Quimis), bem como um filme Mylar de 0,25 mm de espessura. O monitoramento da água de circulação do reservatório é realizado por termopares tipo J (VC506/Voltcraft). As amostras foram organizadas sob o filme Mylar, conforme o pré-tratamento, em que a desidratação ocorreu sob tempo/temperatura de 360min/ 50°C e 240min/ 90°C . Os tempos de secagem foram padronizados para cada temperatura.

Cinética de secagem

Para a obtenção dos dados da cinética de secagem, acompanhou-se a perda de massa das amostras de *M. amazonicum* com o auxílio de uma balança de precisão, sob os intervalos de tempo de 2, 5, 10 e 20 minutos nas temperaturas de 50 e 90°C, por meio da desidratação em RW. Logo após, as amostras foram transferidas para cadinhos identificados em que foi possível realizar a determinação de umidade, em estufa de circulação de ar forçado (105°C/24h), em duplicata, realizada conforme o método 925.10 da AOAC (1997). Ademais, conforme a Equação 1, foi determinada a razão do teor de água das amostras por meio da desidratação em RW.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (1)$$

Em que:

RX: razão do teor de água (adimensional);

X: teor de água do *M. amazonicum* em determinado tempo (b. s.);

X_i: teor de água inicial (b. s.);

X_e: teor de água de equilíbrio da amostra (b. s.).

Modelagem matemática e análise estatística

Em relação a modelagem matemática, utilizou-se dois modelos matemáticos para prever o ajuste da desidratação das amostras de *M. amazonicum*. As análises de regressão não-linear foram realizadas para o ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais, os quais foram submetidos no *Software Origin* (2023). A Tabela 1 conta com os modelos matemáticos utilizados para o ajuste aos dados experimentais.

Tabela 1. Modelos matemáticos aplicados aos dados experimentais da desidratação do *Macrobrachium amazonicum* por RW

Modelo	Equação	Referência
Crank	$\Phi = 0,692 * \exp \left[\frac{-5,78Def * t}{r^2} \right]$	Crank (1975)
Motta Lima e Massarani	$\Phi = \exp \left[-k_1 \exp \left(\frac{-E_1}{T_{sec}} \right) t^n \right]$	Motta Lima e Massarani (1996)

Def: Difusividade efetiva; t: tempo; r: raio do cilindro.

As análises foram realizadas em duplicata e utilizou-se a análise de variância (ANOVA) fator único nos resultados. Além disso, os parâmetros dos modelos matemáticos de Crank e de Motta Lima e Massarani foram estimados por meio do *Software Origin* (OriginLab Corporation, 2023, Northampton, MA, EUA). Por fim, a qualidade do ajuste obtida pelos modelos propostos para os dados experimentais da cinética de secagem (CS), foi estimada pelo coeficiente de correlação (R^2) e pelo parâmetro Chi-quadrado (X^2), como na pesquisa de Castañeda-López et al. (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao teor de umidade inicial (U_I) das amostras secas em 50 e 90°C, foi possível observar que após o pré-tratamento com etanol em AG e US já houve uma redução no teor de água. Observou-se, também, que após o processo de secagem em RW, a redução do teor de água das amostras de camarão mostrou-se mais eficiente com o aumento da temperatura no equipamento. Logo, em relação a umidade final (U_F), as amostras que passaram pela secagem à 50°C resultaram em 57,03% (ACSPT), 21,91% (ACPTAG) e 26,25% (ACPTUS). Com teor de U_F reduzida, expressivamente, as amostras secas sob a temperatura de 90°C obtiveram: 12,75% (ACSPT); 08,71% (ACPTAG); e 05,53% (ACPTUS), conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Umidade inicial e final do *M. amazonicum* desidratados em RW em base úmida

Amostra	50°C		90°C	
	U_I (%)	U_F (%)	U_I (%)	U_F (%)
ACSPT*	77,92	57,03	78,12	12,75
ACPTAG**	73,12	21,91	74,50	08,71
ACPTUS***	73,81	26,25	72,99	05,53

*Amostra de camarão sem pré-tratamento; **Amostra de camarão pré-tratado em agitação mecânica;

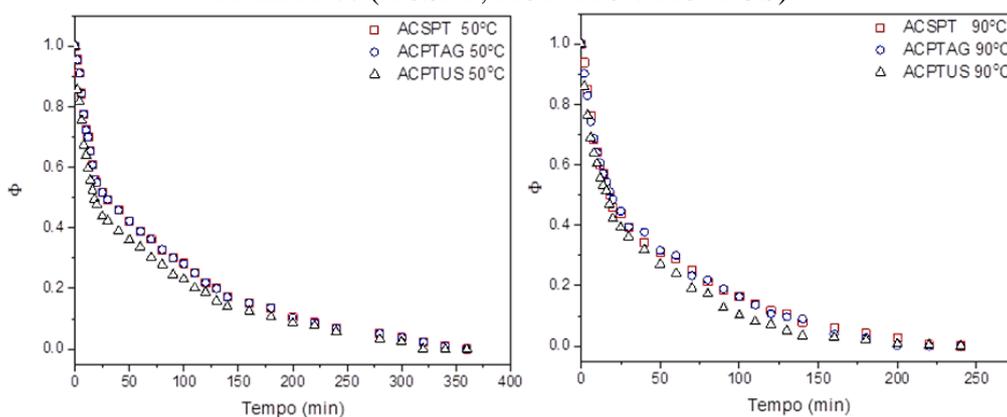
***Amostra de camarão pré-tratado com ultrassom.

Como já mencionado, o tempo necessário para a desidratação das amostras, na temperatura de 50°C foram necessários 360 minutos e para 90°C, 240 minutos. Verificou-se que a temperatura é uma variável que influencia diretamente o processo de secagem, de modo que, à medida que a temperatura aumenta, ocorre a diminuição da viscosidade da água, ou seja, variações dessa propriedade promovem alterações na difusão da água (ARAÚJO et al., 2015). Ademais, outro fator observado na perda de umidade foi que, ocorre em maior intensidade no

início do processo, sobretudo para as amostras que passaram pelo pré-tratamento em EtOH. Posteriormente, a taxa de desidratação decresce de forma gradual até atingir o peso constante.

A respeito das curvas da cinética de secagem do *M. amazonicum*, sobre as amostras ACSPT, ACPTAG e ACPTUS, secas sob as temperaturas de 50 e 90°C, é possível observar que, embora o processo de desidratação tenha ocorrido em todas as temperaturas, apresentando comportamento uniforme e contínuo para os tratamentos, o pré-tratamento em AG não se mostrou eficiente, ao compará-lo com US, uma vez que as curvas ACPTAG e ACSPT se sobrepõem em diversos momentos (Figura 1). Esse efeito sugere que os tratamentos não impactaram significativamente na taxa de secagem da amostra.

Figura 1. Curvas de desidratação do *M. amazonicum* sob 50 e 90°C submetidos a diferentes tratamentos (ACSPT, ACPTAG e ACPTUS)



Os dados obtidos após a aplicação dos modelos matemáticos de Crank e de Motta Lima e Massarani apontaram que, embora o modelo de Crank tenha apresentado ajuste aos dados da cinética de secagem (R^2 variando entre 0,93 a 0,96), foi o modelo de Motta Lima & Massarani que apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais, o qual obteve excelentes resultados acerca dos parâmetros estatísticos, com $R^2 \geq 0,98$ e X^2 a valores baixos. Os parâmetros estatísticos do ajuste dos modelos matemáticos citados podem ser visualizados na Tabela 3.

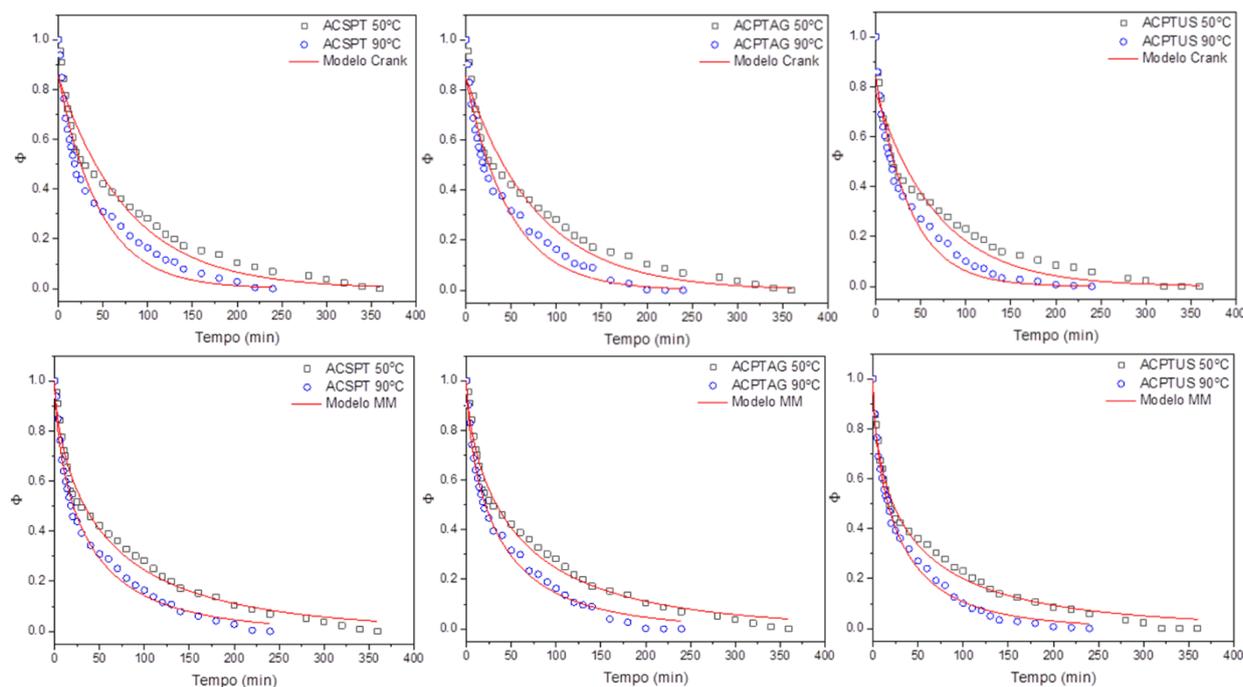
De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, a Figura 2 apresenta as curvas de secagem das amostras ACSPT, ACPTAG e ACPTUS com os ajustes dos modelos de Crank e de Motta Lima e Massarani. É importante destacar que o modelo de Motta Lima e Massarani foi o que apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais da desidratação do *M. amazonicum*. A modelagem matemática, atrelada aos parâmetros de ajuste dos modelos, pode

descrever se a cinética de secagem ocorreu de forma satisfatória ou não (DAVILA, 2016), além de apontar qual modelo é o mais adequado para representar os dados experimentais da amostra estudada.

Tabela 3. Parâmetros estatísticos do ajuste dos modelos matemáticos

Modelo	Amostra	Temperatura (°C)	Parâmetros	
			R ²	X ²
Crank	ACSPT	50	0,9562	0,0040
		90	0,9546	0,0041
	ACPTAG	50	0,9548	0,0040
		90	0,9634	0,0032
	ACPTUS	50	0,9391	0,0048
		90	0,9681	0,0028
Motta Lima e Massarani	ACSPT	50	0,9877	0,00117
		90	0,9903	0,00090
	ACPTAG	50	0,9876	0,00114
		90	0,9923	0,00071
	ACPTUS	50	0,9894	0,00085
		90	0,9957	0,00038

Figura 2. Ajuste do modelo de Crank e de Motta Lima e Massarani aos dados experimentais do camarão seco em RW sob 50 e 90°C.



Em relação às investigações que abordaram a cinética de secagem de espécies de pescados, a nível de discussão, em pesquisa que realizou a secagem de camarão, sem tratamento, em secador solar híbrido – GLP, mostrou redução significativa do teor de água em relação ao tempo nas amostras analisadas, para tal, os autores consideraram os valores de R^2 (0,99) e X^2 (0,00067), em que o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Page (MURALI et al., 2021). Ademais, de forma a confirmar a satisfação do modelo em questão, os autores reiteram que houve a comparação entre os valores observados e os preditos, os quais encontravam-se aproximados. Não obstante, o modelo de Page também ajustou de forma satisfatória o comportamento da secagem de pescado (linguado salgado) após a secagem em GLP (ELAVARASAN et al., 2018).

Na pesquisa de Ersan e Tugrul (2021), os autores realizaram a secagem de camarões frescos na Turquia, em que os experimentos foram realizados em estufa sob as temperaturas de 60, 70 e 80°C, em 330, 240 e 210 minutos, respectivamente. Nesse sentido, em relação a cinética de secagem e modelagem matemática, os dados mostraram que os modelos de Alibas, Midilli e de Kucuk foram os que se ajustaram satisfatoriamente, a saber: R^2 de 0,99 e valores de X^2 com 0,000012, 0,000016 e 0,000008 (ERSAN; TUGRUL, 2021). Franco et al. (2019), estudaram o comportamento de difusão, de textura e de cor em RW com diferentes matrizes, e os dados mostraram que, para a maçã, houve uma redução de 50% no tempo de secagem, para o pescado, houve redução na firmeza, e para a carne bovina houve alteração na coloração.

Ao ser utilizado no pré-tratamento de produtos alimentícios que passarão pelo processo de secagem, o EtOH tem a capacidade de reduzir o tempo do processo. Isso ocorre devido a facilidade desse composto em dissolver membranas celulares do produto (MORCELLI, 2006). Por essa razão, no pré-tratamento com EtOH, ao relacioná-lo com algum equipamento de agitação (agitador mecânico e o banho ultrassom), pode resultar em uma tensão de cisalhamento superficial que facilita a remoção de água do alimento (GAMBARYAN-ROISMAN, 2015). Dessa forma, para simular a cinética de secagem do *M. amazonicum* pode-se utilizar os dois modelos matemáticos, no entanto, o modelo que apresentou os melhores ajustes para R^2 e para X^2 foi o de Motta Lima e Massarani, logo, foi o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais.

CONCLUSÕES

Após o processo de secagem das amostras de *M. amazonicum* pré-tratadas em agitação mecânica e ultrassom, foi possível observar que houve a redução no tempo de secagem, ao comparar a curva das duas temperaturas. De forma mais específica, as amostras pré-tratadas com EtOH, em banho ultrassom e em agitação mecânica a 90°C, foram as que apresentaram o menor teor de U_F , respectivamente, a saber: 05,53% (US) e 08,71% (AG), embora para a temperaturas de 50°C estes dois métodos de tratamento tenham obtido, também, uma secagem uniforme. Nestes experimentos, o tempo necessário para a finalização da secagem foi de 360 min para a secagem a 50°C e 240 min para a secagem a 90°C.

Sobre a cinética de secagem, que foi realizada para as três amostras (sem pré-tratamento, em agitação mecânica e em ultrassom), em relação aos dados experimentais das amostras, embora os ajustes do modelo de Crank tenha obtido bons resultados ($R^2 \geq 0,93$), o modelo de Motta Lima e Massarani foi o que apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais, obtendo valor de $R^2 \geq 0,98$. Nesse sentido, com base nestes resultados, foi possível observar que o pré-tratamento com EtOH, atrelado a agitação mecânica e ao ultrassom, foi capaz de reduzir o tempo de secagem do *M. amazonicum*. O estudo e a aplicação na indústria de alimentos do método de secagem em RW, em camarões, pode acarretar a inovações na produção de alimentos desidratados, o que oferece ao consumidor produtos com alta qualidade.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis**. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1997.

ARAÚJO, C. S. et al. Modelagem matemática e difusividade efetiva de folhas de jambu durante a secagem. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS PARTICULADOS, 37., 2015, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: ENEMP, 2015.

CASTAÑEDA-LÓPEZ, G. G. et al. Ultrasound use as a pretreatment for shrimp (*Litopenaeus vannamei*) dehydration and its effect on physicochemical, microbiological, structural, and

rehydration properties. **Journal of Food Processing and Preservation**, Oxford, v. 45, n. 4, p. 1-13, 2021.

CRANK, J. **The mathematics of diffusion**. 2. ed. Great Britain: Clarendon Press; Oxford, 1975.

CUNHA, R. M. C. et al. Effect of ethanol pretreatment on melon convective drying. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 333, p. 1-7, 2020.

DAVILA, R. F. Z. **Mathematical modeling of drying process of unripe banana slices**. 2016. 152 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

ELAVARASAN, K.; VERMA, V.; SHAMASUNDAR, B. A. Development of prototype solar-biomass hybrid dryer and its performance evaluation using salted fish (*Cynoglossus* spp.). **Indian Journal of Fisheries**, Nova Deli, v. 64, p. 123-129, 2018.

ERSAN, A. C.; TUGRUL, N. The drying kinetics and characteristics of shrimp dried by conventional methods. **Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly**, Belgrado, v. 27, n. 4, p. 319-328, 2021.

FRANCO, S. et al. Dehydration of salmon (*Atlantic salmon*), beef, and apple (*Granny Smith*) using Refractance window™: Effect on diffusion behavior, texture, and color changes. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 52, p. 8-16, 2019.

FREITAS, L. D. C. et al. Effect of ethanol and ultrasound pretreatments on pineapple convective drying. **Food Technology & Biotechnology**, Zagrebe, v. 59, n. 2, p. 209-215, 2021.

GAMBARYAN-ROISMAN, T. Modulation of marangoni convection in liquid films. **Advances in Colloid and Interface Science**, Amsterdam, v. 222, p. 319-331, 2015.

JUNQUEIRA, J. R. J. et al. Ethanol pretreatment in taioba leaves during vacuum drying. **Science and Agrotechnology**, Lavras, v. 45, p. 1-11, 2021.

MORCELI, P. Futuro para o álcool brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 15, n. 3, p. 19-27, 2006.

MOTTA LIMA, O. C.; MASSARANI, G. Estudo sobre a secagem de papel II: influência da temperatura e da umidade inicial. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS PARTICULADOS, 23., 1996, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: ENEMP, 1996.

MURALI, S. et al. Mathematical modeling of drying kinetics and quality characteristics of shrimps dried under a solar-LPG hybrid dryer. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Londres, v. 30, n. 5, p. 561–578, 2021.

NESPOLO, C. R. et al. **Práticas em tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2015.

SILVA, F. N. L. et al. O comércio do camarão da Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) na cidade de Breves - Pará - Brasil. **Revista PUBVET**, Maringá, v. 11, n. 4, p. 320-326, 2017.

WAGHMARE, R. Refractance window drying: A cohort review on quality characteristics. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 110, p. 652-662, 2021.

ZHANG, B. et al. Shelf-life of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as affected by weakly acidic electrolyzed water ice-glazing and modified atmosphere packaging. **Food Control**, Amsterdam, v. 51, p. 114-121, 2015.

1,822	12,349,000
3,680	238,681,000
1,062	85,678,000
485	8,369,000
8,569	189,301,000
6,602	102,698,000
890	24,697,000
6,280	76,002,000
2,436	57,610,000



AGRON FOOD ACADEMY



ISBN 978-658506216-9



9 786585 062169

