

Ciência e Tecnologia de Alimentos: **Pesquisas e Avanços**



Organizadores³⁵ 

Jackson Andson de Medeiros
Ellen Godinho Pinto
Wiaslan Figueiredo Martins
Mirian Cristina Feiten
Kataryne Árabe Rimá de Oliveira

Ciência e Tecnologia de Alimentos: **Pesquisas e Avanços**



Organizadores³⁵



Jackson Andson de Medeiros

Ellen Godinho Pinto

Wiaslan Figueiredo Martins

Mirian Cristina Feiten

Kataryne Árabe Rimá de Oliveira

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Oliveira, Kataryne Árabe Rimá de [e outros quatro organizadores]. Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços / Kataryne Árabe Rimá de Oliveira, Mirian Cristina Feiten, Wiaslan Figueiredo Martins, Ellen Godinho Pinto, Jackson Andson de Medeiros [organizadores]. Jardim do Seridó: Agronfy, 2025.

6ª edição. Formato digital. PDF.

Inclui referências bibliográficas e índice analítico.

ISBN: 978-65-85062-29-9

DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro

1. Segurança de Alimentos 2. Inovação em Análise Sensorial 3. Microbiologia 4. Biotecnologia 5. Tecnologia de Alimentos I. Oliveira, Kataryne Árabe Rimá de II. Feiten, Mirian Cristina III. Martins, Wiaslan Figueiredo IV. Pinto, Ellen Godinho V. Medeiros, Jackson Andson de VI. Agronfy (Brasil).

CDD 630

NOTA EDITORIAL – AGRONFY

Todos os textos que integram esta obra foram submetidos à avaliação criteriosa do Conselho Editorial da Agronfy e passaram por processo de revisão por pares, em conformidade com as normas de boas práticas editoriais exigidas pela **CAPES**, garantindo a qualidade acadêmica e científica da publicação.

Esta obra é resultado de uma construção coletiva, configurando-se como uma coletânea, na qual os direitos autorais permanecem sob responsabilidade dos respectivos autores e autoras. Alguns capítulos podem ter origem em comunicações previamente apresentadas em eventos científicos ou acadêmicos, entretanto, os autores foram devidamente orientados quanto à prevenção do autoplágio, ao respeito à originalidade e à integridade ética da produção científica.

O conteúdo de cada capítulo é de responsabilidade exclusiva dos(as) autores(as), incluindo a veracidade das informações, interpretações e referências utilizadas. As opiniões expressas não refletem, necessariamente, os posicionamentos institucionais da editora, dos organizadores ou do Conselho Editorial da Agronfy.

Jackson Andson de Medeiros

Editor-chefe

Jackson Andson de Medeiros

Ellen Godinho Pinto

Wiaslan Figueiredo Martins

Mirian Cristina Feiten

Kataryne Árabe Rimá de Oliveira

Membros do conselho editorial da obra



Membros do conselho editorial da editora Agronfy

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Medeiros, Jackson Andson de [e outros três organizadores]. Produção Animal e Vegetal: Inovações e Atualidades / Jackson Andson de Medeiros, Virgínia Mirtes de Alcântara Silva, Wiaslan Figueiredo Martins, Idael Matheus Góes Lopes [organizadores]. Jardim do Seridó: Agronfy, 2025.

4ª edição. Formato digital. PDF.

Inclui referências bibliográficas e índice analítico.

ISBN: 978-65-85062-26-8

DOI: 10.53934/agronfy-2025-05

1. Produção Animal 2. Produção Vegetal 3. Inovação 4. Tecnologia 5. Sustentabilidade I. Medeiros, Jackson Andson de II. Silva, Virgínia Mirtes de Alcântara III. Martins, Wiaslan Figueiredo IV. Lopes, Idael Matheus Góes V. Agron Food Academy (Brasil).

CDD 630

NOTA EDITORIAL – AGRONFY

Todos os textos que integram esta obra foram submetidos à avaliação criteriosa do Conselho Editorial da Agronfy e passaram por processo de revisão por pares, em conformidade com as normas de boas práticas editoriais exigidas pela **CAPES**, garantindo a qualidade acadêmica e científica da publicação.

Esta obra é resultado de uma construção coletiva, configurando-se como uma coletânea, na qual os direitos autorais permanecem sob responsabilidade dos respectivos autores e autoras. Alguns capítulos podem ter origem em comunicações previamente apresentadas em eventos científicos ou acadêmicos, entretanto, os autores foram devidamente orientados quanto à prevenção do autoplágio, ao respeito à originalidade e à integridade ética da produção científica.

O conteúdo de cada capítulo é de responsabilidade exclusiva dos(as) autores(as), incluindo a veracidade das informações, interpretações e referências utilizadas. As opiniões expressas não refletem, necessariamente, os posicionamentos institucionais da editora, dos organizadores ou do Conselho Editorial da Agronfy.

Apresentação

O e-book Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços – Volume 6 representa mais um importante esforço editorial da Editora Agronfy, consolidando-se como um espaço de difusão científica voltado ao fortalecimento da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico no campo das ciências alimentares.

Esta sexta edição da coletânea reafirma o compromisso da editora com a produção e circulação de conhecimento em acesso aberto (open access), assegurando ampla visibilidade e impacto acadêmico aos estudos publicados. Cada capítulo recebe atribuição de DOI individual e o volume completo é identificado por ISBN, garantindo autenticidade, rastreabilidade e indexação científica nacional e internacional.

O presente volume contempla contribuições originais e revisões de literatura nas diversas áreas que compõem o vasto campo da Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em temas como análises físico-químicas e microbiológicas, biotecnologia aplicada, inovação sensorial, segurança de alimentos, toxicologia, pesquisa e desenvolvimento, além de estudos sobre qualidade, sustentabilidade e comportamento do consumidor.

A chamada para este volume foi aberta em junho de 2025 e atraiu pesquisadores, docentes e profissionais de diferentes instituições de ensino e pesquisa do Brasil e da América Latina. O processo editorial, conduzido de forma criteriosa pela comissão científica, garantiu rigor metodológico, relevância temática e excelência redacional em todos os trabalhos aprovados.

O volume 6, portanto, reafirma o propósito da Editora Agronfy de integrar ciência, tecnologia e inovação em prol do avanço da indústria alimentícia e da formação de uma comunidade acadêmica mais conectada e colaborativa.

Boa leitura!

Equipe Editorial – Agronfy

SUMÁRIO

Capítulo 01	4
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-01	4
CHARACTERIZATION OF FLOURS FROM BY-PRODUCTS OF TROPICAL FRUIT AND THEIR INCORPORATION INTO FUNCTIONAL CHEESES.....	4
Capítulo 02	16
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-02	16
PRODUÇÃO DE SABÃO ARTESANAL A PARTIR DE ÓLEOS E RESÍDUOS DE ABACATE	16
Capítulo 03	25
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-03	25
O MÉTODO QuEChERS NA ANÁLISE DE RESÍDUOS E CONTAMINANTES: INOVAÇÕES E APLICAÇÕES ATUAIS	25
Capítulo 04	35
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-04	35
SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA EM POLPA DE PEQUI (CARYOCAR BRASILIENSE)	35
Capítulo 05	42
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-05	42
QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS NAS FARINHAS DO TEGUMENTO E DA AMÊNDOA DE MANGA VARIEDADE “TOMMY ATKIS”	42
Capítulo 06	52
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-06	52
ANÁLISE DA ROTULAGEM DE CHOCOLATES E ACHOCOLATADOS EM PÓ DE DIFERENTES MARCAS ENCONTRADAS EM 3 MUNICÍPIOS DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO CEARÁ AVALIADAS POR DE APLICATIVO.....	52
Capítulo 07	60
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-07	60
AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DO FRUTO Inga laurina WILLD EM CULTURAS CELULARES IN VITRO	60
Capítulo 08	71
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-08	71
POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE BEBIDA FERMENTADA SABORIZADA COM SPONDIAS MOMBIN L.....	71
Capítulo 09	81
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-09	81
ELABORAÇÃO DE SALAMES TIPO ITALIANO UTILIZANDO FARINHA DE MARACUJÁ COMO SUBSTITUTO DE GORDURA.....	81
Capítulo 10	92
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-10	92
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE HAMBÚRGUERES ADICIONADOS DE FARINHA DE CASCA DE MARACUJÁ EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA GORDURA.....	92
Capítulo 11	101
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-11	101
TENDÊNCIAS NA FORMULAÇÃO DE ALIMENTOS PARA PRIMEIRA INFÂNCIA: INCLUSÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS	101

Capítulo 12	109
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-12	109
MORANGO: DESAFIOS E MÉTODOS DE HIGIENIZAÇÃO	109
Capítulo 13	118
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-13	118
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE GELEIA DE PITAIA VERMELHA SEM AÇÚCAR ADICIONADO	118
Capítulo 14	130
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-14	130
USO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	130
Capítulo 15	141
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-15	141
AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E DAS BOAS PRÁTICAS DE MANIPULAÇÃO EM FEIRA LIVRE NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS-RN	141
Capítulo 16	155
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-16	155
QUALIDADE E SEGURANÇA DOS ALIMENTOS NO VAREJO: ESTUDO DE CASO EM MERCADOS DE ITAMBÉ-BA	155
Capítulo 17	166
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-17	166
PERFIL DOS CONSUMIDORES E A PERCEPÇÃO SOBRE NOVOS PRODUTOS A BASE DE INSETOS COMESTÍVEIS	166
Capítulo 18	178
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-18	178
ELABORAÇÃO DE ALMÔNDegas BOVINAS COM FARINHA DE MARACUJÁ, EM SUBSTITUIÇÃO A GORDURA SUÍNA	178
Capítulo 19	186
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-19	186
HORTAS URBANAS EM COMUNIDADES VULNERÁVEIS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DA BUSCA PELA PROMOÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E REDUÇÃO DA FOME OCULTA	186
Capítulo 20	192
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-20	192
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA, PECUÁRIA FLORESTA: O CASO DA FAZENDA ITAPEVI - RS	192
Capítulo 21	198
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-21	198
Desenvolvimento de Pão Funcional com Farinha Proveniente do Resíduo Agroindustrial de Amora-Preta	198
Capítulo 22	205
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-22	205
POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS E O POTENCIAL DE EXPORTAÇÃO DO CAFÉ ORGÂNICO E REGENERATIVO PARA O MERCADO NORTE-AMERICANO	205

Capítulo 23	210
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-23	210
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA COMO CAMINHO PARA A SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA BRASILEIRA: EVOLUÇÃO, BENEFÍCIOS E DESAFIOS	210

RESUMOS SIMPLES

Resumo 01.....	223
COMPARAÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE MADEIRA DE EUCALIPTO E CAPIM ELEFANTE NO BIOCHAR PRODUZIDO	223
Resumo 02.....	224
TRATAMENTOS ALTERNATIVOS PARA CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA NA PÓS-COLHEITA: COMPARAÇÃO COM O USO DE FUNGICIDA SINTÉTICO	224
Resumo 03.....	226
IMPORTÂNCIA DA EMISSÃO DE AVISOS FITOSSANITÁRIOS NA AGRICULTURA REGENERATIVA	226

CHARACTERIZATION OF FLOURS FROM BY-PRODUCTS OF TROPICAL FRUIT AND THEIR INCORPORATION INTO FUNCTIONAL CHEESES

Veríssimo Vieira Neto ^a ; Rafael Souza Cruz ^b *; Thiago Silva de Almeida ^a ;
José Joaquim Lopes Neto ^a ; Francisco Lucas Pacheco Cavalcante ^a ; Ana
Fontenele Urano Carvalho ^{a, b} ; Luana Maria de Lima Santos ^d 

^aDepartment of Biochemistry and Molecular Biology, Federal University of Ceará, 60020-181, Fortaleza, CE, Brazil.

^bDepartment of food science, Federal University of Santa Catarina - UFSC, Rod Admar Gonzaga, 1346 - Itacorubi, Florianópolis - SC, 88034-000, Brazil.

^cDepartment of Biology, Federal University of Ceará, 60440-900, Fortaleza, CE, Brazil.

^dFederal Institute of Education, Science and Technology of Ceará, 63475-000, Jaguaribe, CE, Brazil.

*Autor correspondente – Email: rafaelsouzacruz123@gmail.com

Abstract: The increasing focus on environmental sustainability and the reduction of agro-industrial waste has motivated the valorization of fruit processing by-products. This study aimed to develop flours from acerola (FAC) and pineapple (FPA) residues and evaluate their application as functional ingredients in rennet cheese. The flours were produced through drying at 70 °C followed by milling and sieving, and were characterized for yield, moisture, fiber, protein, pH, acidity, and ascorbic acid content using standard AOAC methods. FAC presented high dietary fiber (53.63%) and ascorbic acid (632.17 mg/100 g), while FPA showed 41.00% fiber and 32.30 mg/100 g of vitamin C. Experimental cheese formulations were prepared by incorporating 0.5% and 1% of each flour into standardized rennet cheese, following a completely randomized design. The cheeses were then analyzed for compositional and functional changes. The CPA/CAC 1% formulation showed the highest fiber content (14.83%), reduced lipid levels (25.2% vs. 38.1% in control), and increased vitamin C content (13.26 mg/100 g). These results indicate the potential of fruit by-product flours to improve the nutritional composition of dairy products. This study contributes to the development of sustainable, nutrient-enriched food formulations and supports the integration of circular economy principles in food processing.

Keywords: Functional food; vitamin C; rennet; pineapple; acerola; co-product management.

INTRODUCTION

The fruit and vegetable processing industry faces a growing challenge related to the management of the large volumes of organic waste generated during operations. Inadequate disposal of these co-products can lead to serious environmental impacts, including soil and water contamination [1]. In Brazil, approximately 65–70% of the total fruit mass processed is discarded as agro-industrial residue, with the Northeastern region

being a major contributor due to its high production of tropical fruits such as pineapple and acerola [2].

Although frequently discarded, these by-products—including peels, seeds, and residual pulp—retain significant nutritional value. Studies have shown that fruit residues are rich in dietary fiber, carbohydrates, proteins, vitamins (such as ascorbic acid), minerals, and bioactive compounds with antioxidant properties [6]. Acerola, for instance, is notable for its high vitamin C content, while pineapple contributes soluble fibers and phenolic compounds. These characteristics give these co-products strong potential for reuse in the food industry, particularly in strategies aligned with the circular economy and sustainable production models [3–5, 7].

In this context, the development of fruit flours through dehydration and milling emerges as a promising alternative. These flours retain the bioactive compounds of the raw materials and can be applied in various food formulations. Dairy products, such as rennet cheese, are especially suitable as vehicles for the incorporation of functional ingredients due to their broad consumer acceptance and formulation flexibility [11]. Functional foods are defined as those that, beyond their basic nutritional value, provide health benefits—such as improved intestinal transit (due to fiber) and reduced oxidative stress (thanks to antioxidants like vitamin C) [9, 10]. The incorporation of tropical fruit flours into cheese may therefore result in a product with added functional appeal and enhanced nutritional value.

Despite the recognized potential of fruit by-products, studies specifically addressing their application in dairy products remain limited. Most existing research focuses on bakery applications, and the effects of fruit flour addition on the sensory and nutritional attributes of rennet cheese are still underexplored [8].

Therefore, the objective of this study was to develop fruit flours from pineapple and acerola processing co-products and incorporate them into rennet cheese formulations. The study aimed to characterize the flours and evaluate their impact on the nutritional profile of the final product, with a focus on enhancing its functional properties. This research contributes to sustainable food innovation by proposing a high-value use for agro-industrial waste while responding to consumer demand for health-oriented dairy products.

MATERIALS AND METHODS

Experimental Design

The study followed a completely randomized design (CRD) with five different cheese formulations and three replicates per treatment ($n = 3$). Each experimental unit consisted of an individual cheese sample prepared under identical conditions. Preliminary trials were conducted to establish flour concentrations for incorporation, and the criteria for selecting 0.5% and 1.0% (w/w) inclusion levels were based on observed impacts on cheese texture and cohesion. These trials showed that higher concentrations ($>1.0\%$) resulted in undesirable textural changes, such as excessive volume expansion and crumbliness (data not shown).

Flour Preparation

By-products from acerola and pineapple pulp processing were collected in September 2018 from a pasteurized fruit pulp industry located in Jaguaribe, Ceará, Brazil

(5°53'28.9"S 38°38'21.5"W). The residues, consisting mainly of peels and fiber-rich pulp remnants, were obtained after mechanical pressing in an industrial pulping machine. Samples were immediately collected in sanitized, airtight containers to prevent microbial contamination and oxidation.

For dehydration, the by-products were evenly distributed in aluminum trays to ensure uniform drying and placed in a forced-air circulation oven (model TE-394/3-MP, Tecnal, Brazil) at 70°C for 48 hours. The dried material was then ground in a commercial blender (Arno Optimix Plus 550W LN27, São Paulo, Brazil) until a fine powder was obtained. To standardize particle size, the flour was sieved using a 10-mesh sieve.

The final fruit by-product flours, designated as pineapple by-product flour (FPA) and acerola by-product flour (FAC), were stored at room temperature (25°C) in hermetically sealed glass containers protected from light and humidity to maintain stability. Flour yield was determined using the following equation, adapted from [13]: $R = \left(\frac{F}{S}\right) \times 100$ where:

- R = flour yield (%)
- F = mass of flour obtained (g)
- S = initial mass of wet by-product (g).

Cheese Formulation and Preparation

The bovine milk used in rennet cheese production was obtained from a dairy farm in Jaguaribe, Ceará, Brazil (5°52'01.0"S 38°37'09.9"W). The milk underwent pasteurization at 62–65°C for 30 minutes to eliminate pathogens while preserving sensory and nutritional properties. After cooling to 32–35°C, commercial rennet was added at the concentration recommended by the manufacturer, and the mixture was left to coagulate undisturbed for 60 minutes.

Once coagulation was complete, the curd was cut into uniform cubes of 1.5–2 cm³, followed by gentle heating for 3 minutes to facilitate whey expulsion. Partial whey removal was performed before adding salt at a standardized concentration of 1.5% (w/w). The curd was then transferred into molds, where different flour formulations were incorporated. The molded cheeses were subjected to pressing at 5 kg for 6 hours to ensure uniform texture and structure (table 1).

Table 1 - Cheese formulations

Ingredients (g)			
Additive	Pineapple flour	Acerola flour	Cheese dough
SC	-	-	500.00
CPA 0.5%	2.5	-	497.50
CPA 1%	5	-	495.00
CAC 0.5%	-	2.5	497.50
CAC 1%	-	5	495.00
CPA/CAC 0.5%	1.25	1.25	497.50
CPA/CAC 1%	2.5	2.5	495.00

Standard cheese (SC), cheese added with pineapple sub-product flour (CPA), Cheese added with acerola sub-product flour (CAC), Cheese added with pineapple and acerola flours (CPA/CAC). Source: Authors' experimental data 2025.

The final flour concentrations were selected based on preliminary trials, which indicated that higher concentrations resulted in excessive volume expansion and reduced

cheese cohesion.

Physicochemical Analyses

All analyses were conducted in triplicate on both flours and cheese samples under controlled laboratory conditions ($22 \pm 2^\circ\text{C}$, 50–60% RH). Analytical-grade reagents were used, and all glassware was sterilized before use. Method validation included recovery tests (for ascorbic acid), blanks (for titration-based methods), and calibration of instruments before each session.

The following analyses were conducted on both flours (FPA and FAC) and cheese samples:

- Moisture Content: Determined by oven drying at 105°C to constant weight following AOAC 925.10 [16].
- Protein Content: Measured using the Micro-Kjeldahl method (AOAC 991.20) [14,15]. Samples were digested with sulfuric acid and catalyzed with selenium tablets, followed by distillation and titration with 0.1 N HCl. Conversion factors of 6.38 (cheese) and 5.70 (flours) were applied.
- Total Fiber Content: Determined using the enzymatic-gravimetric method, which includes heat-stable α -amylase, protease, and amyloglucosidase digestion, followed by ethanol precipitation and drying [10].
- Lipid Content: Extracted with n-hexane in a Soxhlet apparatus according to AOAC 991.36 [19].
- pH Measurement: Carried out with a benchtop digital pH meter (HI2211, Hanna Instruments, Romania), calibrated using pH 4.0 and 7.0 standards buffer solutions.
- Acidity: Expressed as % lactic acid, using titration with 0.1 N NaOH and phenolphthalein as an indicator [17].
- Ascorbic Acid (Vitamin C) Content: Quantified using the Tillmans method, based on the reduction of 2,6-dichlorophenolindophenol, with results expressed in mg/100g [18].

STATISTICAL ANALYSIS

Data were expressed as mean $\pm$ standard deviation (SD). Normality was assessed using the Shapiro-Wilk test, and homogeneity of variances was verified with Levene's test. When assumptions were met, data were subjected to one-way ANOVA, followed by Tukey's HSD test for post-hoc comparisons ($p \leq 0.05$).

For datasets violating ANOVA assumptions, logarithmic or square root transformations were applied. If assumptions still were not met, the non-parametric Kruskal-Wallis test was used. Statistical analyses were conducted using GraphPad Prism 6.0 (GraphPad Software, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

Physicochemical Analysis of Flour

Flour Yield

The yield of flour is a crucial parameter in determining the efficiency of converting by-products into value-added products. In this study, FAC exhibited a yield of 15.3%,

slightly higher than FPA, which showed a yield of 12.75%. This discrepancy can be attributed to the proportion of residue in each fruit. Acerola fruits typically generate by-products that represent about 60–70% of their total weight [20], whereas pineapples produce around 50–65% of residue [21]. These findings align with previous reports on guava by-product flour, which showed a yield of 21.58% [20]. The differences in yield percentages can be linked to variations in cell structure, moisture content, and fiber concentration, which impact drying efficiency and final product recovery (table 2).

Table 2: Proximate composition and physical-chemical parameters of flours.

Parameters (Mean ± SD)	Flours		
	FAC	FPA	Soybean flour
Moisture (%)	6.53 ± 0.404 ^a	8.70 ± 0.115 ^a	4,42 ± 0,11*
Fiber (%)	53.63 ± 1.123 ^a	41.00 ± 1.000 ^b	14,88 ± 2,09*
Protein (%)	7.41 ± 0.228 ^a	2.76 ± 0.218 ^b	29,03 ± 0,04*
Vit. C (mg/100 g)	632.17 ± 2.193 ^a	32.30 ± 0.300 ^b	-
Acidity (%)	3.69 ± 0.004 ^a	14.06 ± 0.005 ^b	-
pH	3.10 ± 0.100 ^a	3.40 ± 0.000 ^a	-

*Values referring to the work by Barbosa et al. (2011); SD: Standard Deviation; FAC: Acerola sub-product flour; FPA: Pineapple sub-product flour. Values followed by different letters are statistically different when compared within the same parameter for each flour ($p < 0.05$).

Physicochemical Characterization of Cheese

Table 3: Proximate composition and physical-chemical parameters of cheeses.

Cheese	Parameters (Mean ± SD)						
	Humidity (%)	Fiber (%)	Protein (%)	Vit. C (mg/100 g)	Acidity (%)	pH	Lipids
SC	44.8 ± 0.20	6.93 ± 0.15	19.42 ± 0.40	1.66 ± 0.11	0.03 ± 0.00	6.4 ± 0.00	38.1 ± 0.45
CPA	44.0 ± 0.20	8.40 ± 0.43*	17.75 ± 0.20*	6.43 ± 0.40*	0.03 ± 0.00	6.4 ± 0.00	36.56 ± 0.21*
0.5%							
CPA 1%	42.5 ± 0.35*	10.33 ± 1.15*	18.77 ± 1.03	10.06 ± 0.51*	0.03 ± 0.00	6.3 ± 0.00	34.23 ± 0.20*
CAC	43.5 ± 0.26	7.96 ± 0.50	17.39 ± 1.22*	9.83 ± 0.15*	0.03 ± 0.00	6.4 ± 0.00	36.13 ± 0.49*
0.5%							
CAC 1%	43.3 ± 0.10*	9,50 ± 0.20*	18.46 ± 0.42	25.53 ± 1.23*	0.03 ± 0.00	6.3 ± 0.00	36.9 ± 0.43
CPA/CAC	43.5 ± 0.30*	8.73 ± 0.21*	18.56 ± 1.21	8.10 ± 0.53*	0.03 ± 0.00	6.4 ± 0.00	27.46 ± 0.21*
0.5%							
CPA/CAC	42.7 ± 0.26*	14.83 ± 1.26*	19.64 ± 0.21	13.26 ± 1.10*	0.03 ± 0.00	6.3 ± 0.00	25.2 ± 0.50*
1%							

SD: Standard Deviation; Standard cheese (SC), cheese added with pineapple subproduct flour (CPA), Cheese added with acerola subproduct flour (CAC), Cheese added with pineapple and acerola flours (CPA/CAC); * Statistically different from SC for each parameter individually. ($p < 0.05$).

Moisture Content

The moisture content in cheese formulations varied from 41.58% (CPA/CAC 1%) to 44.80% (SC). The observed reduction in moisture for cheese samples containing flour aligns with previous research demonstrating that the addition of dry ingredients leads to lower overall water content [35]. Specifically, CPA 0.5% had 44.0%, CPA 1% had 42.5%, CAC 0.5% had 43.5%, CAC 1% had 43.3%, CPA/CAC 0.5% had 43.5%, and CPA/CAC 1% presented the lowest moisture level at 42.7%. Reduced moisture levels enhance shelf stability by limiting microbial growth and enzymatic activity, as excessive water availability accelerates spoilage [22]. Furthermore, Brazilian legislation

recommends a maximum moisture content of 54.9% for rennet cheese, indicating that all formulations in this study comply with regulatory standards [35].

Dietary Fiber Content

A notable enhancement in fiber content was observed, particularly in CPA/CAC 1%, which exhibited 14.83% fiber—substantially higher than SC (6.93%). The increased fiber content in these cheeses enhances their functional properties, making them a healthier alternative to conventional rennet cheese. CPA 0.5% contained 8.40%, CPA 1% had 10.33%, CAC 0.5% had 7.96%, CAC 1% reached 9.50%, and CPA/CAC 0.5% had 8.73%. Dietary fiber plays a key role in digestive health, improving stool bulk and transit time while contributing to cholesterol and glucose regulation [36, 37]. Moreover, the water-holding capacity of dietary fiber can influence cheese texture, moisture retention, and fat absorption [46, 49].

Protein Content

Protein concentrations varied slightly among the different formulations. SC contained 19.42%, while CPA 0.5% and CPA 1% exhibited 17.75% and 18.77%, respectively. CAC 0.5% and CAC 1% showed protein contents of 17.39% and 18.46%, respectively. CPA/CAC 0.5% and CPA/CAC 1% had protein levels of 18.56% and 19.64%. The variability in protein content can be attributed to proteolysis occurring during cheese maturation, where enzymes break down proteins into peptides and amino acids [38, 47]. This phenomenon is well-documented, with prior studies reporting protein fluctuations in aged cheeses.

Vitamin C Content

The incorporation of acerola by-product flour significantly increased vitamin C levels in the cheeses, with CAC 1% showing a fifteenfold increase compared to SC. Specifically, SC contained 1.66 mg/100 g, whereas CPA 0.5% and CPA 1% exhibited 6.43 mg/100 g and 10.06 mg/100 g, respectively. CAC 0.5% and CAC 1% presented 9.83 mg/100 g and 25.53 mg/100 g, while CPA/CAC 0.5% and CPA/CAC 1% had 8.10 mg/100 g and 13.26 mg/100 g. This is particularly relevant given that pasteurization reduces vitamin C content by 12–29% [39]. Although vitamin C is sensitive to heat and oxygen, its retention in cheese may be enhanced by the antioxidant matrix of the fruit flours and the protective effect of the dairy fat [50]. The enrichment of cheese with vitamin C adds significant functional value, potentially improving immune function [40, 51].

Lipid Content

A reduction in lipid content was observed in most flour-enriched cheese formulations. SC had a lipid content of 38.1%, whereas CPA 0.5% and CPA 1% contained 36.56% and 34.23%, respectively. CAC 0.5% and CAC 1% exhibited lipid levels of 36.13% and 36.9%, while CPA/CAC 0.5% and CPA/CAC 1% had 27.46% and 25.2%, respectively. This reduction aligns with previous studies where the addition of fruit by-product flours decreased lipid concentrations due to their high water-binding and fat-binding capacities [44, 46, 48]. Fiber-rich ingredients may sequester fat globules within the matrix, reducing fat release during processing and analysis [45].

Acidity and pH

Acidity remained constant across all samples at 0.03%, indicating that the addition of fruit by-product flour did not significantly affect this parameter. The pH values also remained stable, ranging between 6.3 and 6.4, confirming that the formulations maintained the expected acid-base balance for rennet cheese. This is in line with other functional dairy product studies, where the inclusion of plant ingredients did not disrupt acidification or buffering capacity [52].

CONCLUSION

This study demonstrated that flours obtained from acerola and pineapple by-products can be effectively incorporated into rennet cheese formulations to enhance their nutritional profile. The enriched cheeses exhibited increased dietary fiber and vitamin C levels, alongside a reduction in lipid content, without compromising essential physicochemical properties such as moisture, pH, and acidity. Notably, the CPA/CAC 1% formulation showed the highest fiber content (14.83%), a significant vitamin C concentration (13.26 mg/100 g), and the lowest lipid level (25.2%), indicating its potential as a nutritionally improved formulation. These findings support the feasibility of using fruit by-product flours as functional ingredients in dairy matrices, contributing to both product innovation and the sustainable use of agro-industrial residues.

REFERENCIAS

1. Castro-Muñoz, R., Yáñez-Fernández, J., & Fíla, V. (2016). Phenolic compounds recovered from agro-food by-products using membrane technologies: An overview. *Food Chemistry*, 213, 753–762. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.030>
2. Santos, C. M., Rocha, D. A., Madeira, R. A. V., Queiroz, E. R., Mendonça, M. M., Pereira, J., & Abreu, C. M. P. (2018). Preparação, caracterização e análise sensorial de pão integral enriquecido com farinha de subprodutos do mamão. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21, 1–9. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.12017>
3. Vega-Castro, O., Contreras-Calderon, J., León, E., Segura, A., Arias, M., Pérez, L., & Sobral, P. J. A. (2016). Characterization of a polyhydroxyalkanoate obtained from pineapple peel waste using *Ralstonia eutropha*. *Journal of Biotechnology*, 231, 232–238. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2016.06.018>
4. Prakash, A., & Baskaran, R. (2018). Acerola, an untapped functional superfruit: A review on latest frontiers. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3373–3384. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3309-5>
5. Rocha, A. M., Oliveira, S. D., Silva M. S. (2019). Abacaxi de Itaberaba: A Pérola do Nordeste Baiano que Merece ser protegido/Bahia. *Revista INGI-Indicação Geográfica e Inovação*, 3, 320-332.
6. Matias, T. G., Regis, S. A., Talma, S. V., Moraes, L. P., & Resende, E. D. (2018).

- Densidade aparente dos resíduos da polpa de maracujá. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21, 1–5. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.15517>
7. Garcia, M. V., Milani, M. S., & Ries, E. F. (2020). Production optimization of passion fruit peel flour and its incorporation into dietary food. *Food Science and Technology International*, 26(2), 132–139. <https://doi.org/10.1177/1082013219870011>
 8. Silva, M. O., Baptista, A., Camacho, F., Bergamasco, R., Vieira, A., & Ambrosio-Ugri, M. (2014). Elaboração de barra de cereal utilizando resíduo de extrato de soja com adição de pó de casca de noz-pecã. *Revista Tecnológica*, 247–255. <https://doi.org/10.4025/revtecnol.v0i0.26038>
 9. Chen, D., Ding, Y., Chen, G., Sun, Y., Zeng, X., & Ye, H. (2020). Components identification and nutritional value exploration of tea (*Camellia sinensis* L.) flower extract: Evidence for functional food. *Food Research International*, 132, 109100. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109100>
 10. Bulbula, D. D., & Urga, K. (2018). Study on the effect of traditional processing methods on nutritional composition and antinutritional factors in chickpea (*Cicer arietinum*). *Cogent Food & Agriculture*, 4(1), 1422370. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1422370>
 11. Lima, M. S. F., Silva, R. A., Lima Filho, J. L., Porto, A. L. F., & Cavalcanti, M. T. H. (2017). Artisanal “coalho” cheese: Alternative source of antimicrobial peptides. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.19316>
 12. Reis, D. S., Figueiredo Neto, A., Ferraz, A. V., & Freitas, S. T. (2017). Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20, 1–7. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.8315>
 13. Andrade, B. A., Perius, D. B., Mattos, N. V., Luviélmo, M. de M., & Mellado, M. S. (2018). Produção de farinha de banana verde (*Musa* spp.) para aplicação em pão de trigo integral. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21, 1–10. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.5516>
 14. Finete, V. de L. M., Gouvêa, M. M., Marques, F. F. de C., & Netto, A. D. P. (2013). Is it possible to screen for milk or whey protein adulteration with melamine, urea and ammonium sulphate, combining Kjeldahl and classical spectrophotometric methods. *Food Chemistry*, 141(4), 3649–3655. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.046>
 15. Skendi, A., Biliaderis, C. G., Papageorgiou, M., & Izydorczyk, M. S. (2010). Effects of two barley β -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. *Food Chemistry*, 119(3), 1159–1167. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.030>
 16. Fantazzini, T. B., Rosa, D. V. F., Pereira, C. C., Pereira, D. S., Cirillo, M. Â., & Ossani, P. C. (2018). Association between the artificial aging test and the natural storage of coffee seeds. *Journal of Seed Science*, 40(2), 164–172.

<https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n2188120>

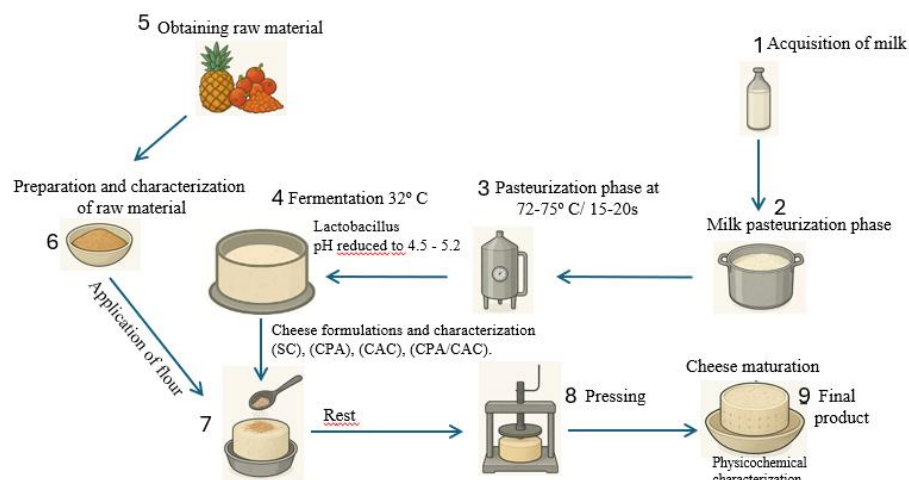
17. Sameti, S., & Noghani, V. F., (2015). Effect of *Mentha Piperita* L. Powder on the Overall Acceptability, Coliforms, and Molds and Yeasts Counts of Borujerd Domestic Cheese. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 36, 577-585
18. Montoya-García, C. O., Volke-Haller, V. H., Trinidad-Santos, A., & Villanueva-Verduzco, C. (2018). Change in the contents of fatty acids and antioxidant capacity of purslane in relation to fertilization. *Scientia Horticulturae*, 234, 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.043>
19. AOAC. (1997). *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 80(6), 127A-128A. <https://doi.org/10.1093/jaoac/80.6.127A>
20. Meneses, V. P., Silva, J. R. A., Ferreira Neto, J., Rolim, H. O., Araújo, A. L. M., & Lima, P. S. E. (2018). Subprodutos de frutas tropicais desidratados por secagem convectiva. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 13(4), 472–482. <https://doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5810>
21. Corrales-Ureña, Y. R., Villalobos-Bermúdez, C., Pereira, R., Camacho, M., Estrada, E., Argüello-Miranda, O., & Vega-Baudrit, J. R. (2018). Biogenic silica-based microparticles obtained as a sub-product of the nanocellulose extraction process from pineapple peels. *Scientific Reports*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28444-4>
22. Ferreira, L. M. M., Mendes-Ferreira, A., Benevides, C. M. J., Melo, D., Costa, A. S. G., Mendes-Faia, A., & Oliveira, M. B. P. P. (2019). Effect of controlled microbial fermentation on nutritional and functional characteristics of cowpea bean flours. *Foods*, 8(11), 530. <https://doi.org/10.3390/foods8110530>
23. Leão, D. P., Franca, A. S., Oliveira, L. S., Bastos, R., & Coimbra, M. A. (2017). Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. *Food Chemistry*, 225, 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.027>
24. Guimarães, P. B., Capobiango, M., Ramos, S. A., & Santos, C. C. S. (2017). Determinação da composição centesimal de farinha obtida a partir da casca de abacaxi. *Sinapse Múltipla*, 6(2), 341–344.
25. Ferreira, A. C. H., Neiva, J. N. M., Rodriguez, N. M., Lopes, F. C. F., & Lôbo, R. N. B. (2010). Intake and digestibility of elephant grass silages with the different levels of acerola industry by-product. *Revista Ciência Agronômica*, 41(4), 693–701. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400025>
26. Storck, C. R., Basso, C., Favarin, F. R., Rodrigues, A. C., Storck, C. R., Basso, C., Favarin, F. R., & Rodrigues, A. C. (2015). Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. *Brazilian Journal of Food Technology*, 18(4), 277–284. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1615>

27. Costa, J. M. C., Felipe, É. M. de F., Maia, G. A., Brasil, I. M., & Hernandez, F. F. H. (2007). Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. *Revista Ciência Agronômica*, 38(2), 228–232.
28. Deutz, N. E. P., Bauer, J. M., Barazzoni, R., Biolo, G., Boirie, Y., Bosy-Westphal, A., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Krznarič, Z., Nair, K. S., Singer, P., Teta, D., Tipton, K., & Calder, P. C. (2014). Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clinical Nutrition*, 33(6), 929–936. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.04.007>
29. Amrein, K., Oudemans-van Straaten, H. M., & Berger, M. M. (2018). Vitamin therapy in critically ill patients: Focus on thiamine, vitamin C, and vitamin D. *Intensive Care Medicine*, 44(11), 1940–1944. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5107-y>
30. Fracassetti, D., Costa, C., Moulay, L., & Tomás-Barberán, F. A. (2013). Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry*, 139(1–4), 578–588. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.121>
31. Nordin, A., Sainik, N. Q. A. V., Chowdhury, S. R., Saim, A. B., & Idrus, R. B. H. (2018). Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73, 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.002>
32. Radha krishnan, K., Babuskin, S., Azhagu Saravana Babu, P., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., & Sukumar, M. (2014). Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf-life extension of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, 171, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.011>
33. Pereira, C. T. M. (2014). Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante in vitro da farinha de resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). *Acta Tecnológica*, 8(2), 50–56. <https://doi.org/10.35818/acta.v8i2.213>
34. Kang, B., Zhang, X., Wu, Z., Wang, Z., & Park, S. (2014). Production of citrinin-free *Monascus* pigments by submerged culture at low pH. *Enzyme and Microbial Technology*, 55, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2013.12.007>
35. Casarotti, S. N., Carneiro, B. M., & Penna, A. L. B. (2014). Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity. *Journal of Dairy Science*, 97(10), 6027–6035. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8197>
36. Taylor, A. M., & Holscher, H. D. (2020). A review of dietary and microbial connections to depression, anxiety, and stress. *Nutritional Neuroscience*, 23(3),

- 237–250. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2018.1493808>
37. Jarrar, A. H., Beasley, J. M., Ohuma, E. O., Cheikh Ismail, L., Qeshta, D. A., Mohamad, M. N., & Al Dhaheri, A. S. (2019). Effect of high fiber cereal intake on satiety and gastrointestinal symptoms during ramadan. *Nutrients*, 11(4), 939. <https://doi.org/10.3390/nu11040939>
38. Silva, F. D., Silva, G. D., Tonial, I. B., & Castro-Cislaghi, F. P. D. (2016). Qualidade microbiológica e físico-química de queijos coloniais com e sem inspeção, comercializados no sudoeste do paraná. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 33(2). <https://doi.org/10.5380/cep.v33i2.47167>.
39. Abranches, M. V., Della Lucia, C. M., Sartori, M. A., & Pinheiro-Sant'ana, H. M. (2009). Perdas de vitaminas em leite e produtos lácteos e possíveis medidas de controle. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 19(2), 207–217.
40. Oliveira, A. C. de, Valentim, I. B., Goulart, M. O. F., Silva, C. A., Bechara, E. J. H., & Trevisan, M. T. S. (2009). Fontes vegetais naturais de antioxidantes. *Química Nova*, 32(3), 689–702. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300013>
41. Figueiredo, E. L., Júnior, J. de B. L., Toro, M. U., & Lima, S. C. G. de. (2011). Queijo do maraj  tipo creme: Parâmetros físico-químicos e sensoriais. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 66(378), 26–33.
42. Sousa, A. Z. B., Abrantes, M. R., Sakamoto, S. M., Silva, J. B. A., Lima, P. de O., Lima, R. N., Rocha, M. O. C., & Passos, Y. D. B. (2014). Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, 81(1), 30–35. <https://doi.org/10.1590/S1808-16572014000100006>
43. Miranda, G. R., Souza, A. M., Martins, A. D. O., Cocaro, E. S., & Martins, J. M. (2016). Queijos artesanais: Qualidade físico-química e microbiológica e avaliação das condições higiênico-sanitárias dos manipuladores e ambiente de produção. *Extensão Rural*, 23(1), 78–92. <https://doi.org/10.5902/2318179618101>
44. Sulieman, A. A., Zhu, K.-X., Peng, W., Hassan, H. A., Obadi, M., Siddeeg, A., & Zhou, H.-M. (2019). Rheological and quality characteristics of composite gluten-free dough and biscuits supplemented with fermented and unfermented *Agaricus bisporus* polysaccharide flour. *Food Chemistry*, 271, 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.189>
45. Saqueti, B. H. F., Donadone, D. B. S., Sakai, O. A., Sampaio, A. R., Bolanho, B. C., & Ruiz, S. P. (2019). Efeito da adição de farinha de baga  o da ma  a e hidrolato da canela encapsulado sobre as propriedades físico-químicas, sensoriais e reológicas de bebida láctea/ Effect of apple pomace flour and encapsulated cinnamon hydrolate on the physicochemical, sensory and rheological properties of dairy beverage. *Brazilian Journal of Development*, 5(12), 30036–30054. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-139>

46. Alemán, A., Durand, A., Allais, I., & Bouvier, J.-M. (2019). Effect of dietary fiber incorporation on moisture and fat binding in dairy matrices. *Food Hydrocolloids*, 90, 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.12.022>
47. Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of Cheese Science* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9>
48. Li, S., Zhang, Y., Wang, W., & Liu, H. (2022). Fat-binding capacities of plant dietary fibers and implications for health. *Journal of Functional Foods*, 94, 105146. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105146>
49. Garcia-Amezquita, L. E., Tejada-Ortigoza, V., Serna-Saldívar, S. O., & Welti-Chanes, J. (2018). Dietary fiber concentrates from fruit and vegetable by-products: Processing, characterization, and applications. *Food Research International*, 103, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.059>
50. Zhao, J., Liu, S., Jin, Y., Zhang, Y., & Wang, L. (2021). Stability and bioaccessibility of vitamin C in dairy products fortified with fruit-derived ingredients. *Journal of Dairy Science*, 104(3), 2341–2350. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19150>
51. Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007). *Yoghurt: Science and Technology* (3rd ed.). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845692612>
52. Fenoglio, D., Schiraldi, A., & Esposito, A. (2023). The role of dietary fibers in modulating the physicochemical properties of cheese: A review. *Dairy*, 4(1), 12–28. <https://doi.org/10.3390/dairy4010002>

Visual figure



Capítulo 02
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-02
PRODUÇÃO DE SABÃO ARTESANAL A PARTIR DE ÓLEOS E
RESÍDUOS DE ABACATE

Bianca Rodrigues Boechat ; Liandra Martini Fernandes ; Josilene Lima Serra Pereira ; Jasamim Lemos Fonseca ; Rafael Alves Gomes ; Sebastião Pereira Protázio  e Mayara Kimberly Moraes de Araujo 

RESUMO

A crescente preocupação ambiental impulsiona a busca por soluções sustentáveis, como o reaproveitamento de resíduos, incluindo o óleo residual de fritura. O descarte inadequado deste óleo tem causado sérios danos ambientais, como a poluição de solos e lençóis freáticos. Este estudo propõe uma solução sustentável para a reutilização do óleo de fritura, combinando-o com sebo de carneiro e resíduos do abacate (polpa, sementes e casca) para a produção de sabão artesanal. A pesquisa visa mitigar os impactos ambientais gerados pelo descarte inadequado desses resíduos e agregar valor ao produto final, promovendo sustentabilidade e o aproveitamento de recursos locais. A metodologia adotada envolveu a coleta de óleo de fritura de comerciantes informais de São Luís, que foi filtrado e combinado com gordura de carneiro e resíduos de abacate. Três formulações de sabão foram testadas, utilizando diferentes partes do abacate. A produção seguiu o método de saponificação a frio, com a adição de hidróxido de sódio, óleo de amêndoas e outros ingredientes. O pH e as características sensoriais dos sabonetes foram analisados ao longo de um período de cura de 30 dias. Os resultados mostraram que as diferentes formulações influenciaram o aspecto, textura, cor e a capacidade de formar espuma dos sabonetes. A formulação que utilizou a polpa do abacate e óleo de fritura apresentou um sabão macio e de cor amarela, devido aos carotenoides presentes na polpa. Já a formulação com sebo de carneiro teve uma textura mais rígida e cor marrom. O pH dos sabonetes diminuiu ao longo do tempo de cura, o que é desejável para o produto final. Este estudo destaca a viabilidade do reaproveitamento de resíduos alimentares e agroindustriais na produção de sabão, promovendo uma alternativa sustentável e econômica para a gestão desses resíduos e contribuindo para o desenvolvimento local e a geração de renda.

Palavras-chave: Reaproveitamento; Óleo residual; Saponificação.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com o meio ambiente e a busca por soluções sustentáveis têm impulsionado estudos voltados para o reaproveitamento de resíduos, como o óleo residual de fritura. Segundo dados recentes, o consumo global de óleos vegetais alcançou 222 milhões de toneladas métricas em 2023/24, sendo o óleo de semente de girassol responsável por mais de 20,27 milhões de toneladas métricas nesse período (1). Apesar de sua ampla utilização, o descarte inadequado do óleo de cozinha doméstico gera sérios problemas ambientais, como a contaminação do solo e dos lençóis freáticos, além de ameaçar a biodiversidade terrestre e aquática (2).

O uso repetido de óleos vegetais, especialmente na fritura por imersão, provoca degradação física e química devido às altas temperaturas (3). Esse processo dificulta o descarte e a gestão dos resíduos, já que o óleo descartado pode obstruir esgotos, poluir fontes de água e comprometer a vida selvagem (4).

Diante desse cenário, a reciclagem do óleo de cozinha surge como uma solução sustentável. Diversas aplicações têm sido estudadas, como a produção de biodiesel, glicerina, tintas, ração animal e sabões (5). A fabricação de sabão líquido artesanal, em particular, destaca-se como uma prática viável e ambientalmente benéfica, além de oferecer oportunidades econômicas e sociais. A produção de sabão a partir do reaproveitamento do óleo residual de fritura promove a formação de cooperativas e a comercialização de produtos, fomentando o desenvolvimento local e a geração de renda (6).

Nesse contexto, a relevância do tema evidencia-se ainda mais ao considerarem os resíduos gerados pela agroindústria, como os provenientes do abacate. As sementes do fruto representam entre 12% e 16% de seu peso total e são ricas em fibras alimentares, ácidos graxos, polifenóis e antioxidantes (7) (8). Já o mesocarpo ou polpa contém elevados níveis de ácidos graxos insaturados, além de fitoquímicos bioativos valiosos, como carotenoides e tocoferóis (9) (10).

Considerando o exposto, o presente estudo teve como objetivo realizar análises e propor uma solução sustentável para a reutilização de óleos comestíveis usados, recolhidos na cidade de São Luís, em combinação com sebo de carneiro e resíduos do fruto do abacate (polpa, sementes e casca) para a produção de sabão artesanal. A iniciativa visa não somente reduzir os impactos ambientais associados ao descarte inadequado desses resíduos, mas também conferir características benéficas ao produto, promovendo sustentabilidade e valorização de recursos locais.

METODOLOGIA

Coleta e pré-tratamento do óleo vegetal de fritura

A fabricação do sabão foi realizada no Laboratório de Química do IFMA–Campus Maracanã, no município de São Luís, Maranhão. O óleo vegetal de fritura utilizado foi doado por comerciantes informais de alimentos fritos da região de São Luís. O óleo foi coletado em embalagens de polietileno, e a medição do pH foi realizada utilizando uma fita de pH universal (Merk).

Após a medição, o óleo passou por um processo de filtragem, utilizando um filtro contendo carvão vegetal e pedras, as quais foram previamente sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos (Figura 1). A gordura animal empregada na produção foi obtida no IFMA–Campus Maracanã, como resíduo do processo de abate de carneiro. O sebo foi submetido a um processamento térmico, sendo que, para cada litro de sebo, foram utilizados 334 mL de água e 40 mL de hipoclorito de sódio, conforme método descrito no dossiê (11).

Fig. 01-Processo de filtração do óleo



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Produção de sabonete utilizando óleo vegetal de fritura e gordura de carneiro

A proposta deste estudo foi demonstrar uma metodologia simples e eficiente para o aproveitamento de óleo vegetal de fritura e gordura animal, com a adição de frutas em estágio avançado de maturação, como o abacate, integralmente, na produção de sabonetes. Foram formuladas três variações de sabonetes: A primeira formulação contendo polpa de abacate e óleo vegetal de fritura filtrado; A segunda formulação contendo semente e casca de abacate, além de óleo vegetal de fritura filtrado; e a terceira formulação com gordura de carneiro e polpa de abacate, mostrado na tabela 01.

A fabricação dos sabonetes seguiu a técnica do processo a frio (*Cold Process*), que envolve a mistura de óleos e gorduras com água, soda cáustica, polpa de abacate, caroço e casca, com adição de óleo de amêndoas como aromatizante. Esse método possibilita a obtenção de uma massa de sabonete verdadeira, conforme explica nas diretrizes do Dossiê Técnico de Fabricação de Sabonete Artesanal com adaptações (11).

O abacate (incluindo polpa, semente e casca) foi homogeneizado em liquidificador com o material lipídico (óleo vegetal de fritura ou gordura de carneiro). O cálculo da quantidade de hidróxido de sódio (NaOH) a ser utilizada foi realizado com base no índice de saponificação do material lipídico, conforme descrito na literatura (11), (12). Para a preparação da solução alcalina, foi utilizado NaOH com pureza de 98%, dissolvido em água, formando uma solução a 60% (p/v), a qual foi incorporada à mistura

lipídica sob agitação mecânica por 20 a 30 minutos, até a formação de uma emulsão estável. Durante esse processo, ocorreu a reação química de saponificação, com liberação de calor.

Após a emulsão atingir o ponto adequado, o óleo de amêndoas e a glicerina foram adicionados. A mistura foi então transferida para moldes de polietileno, onde o processo de saponificação continuou por um período de 24 a 48 horas. Após o endurecimento, os sabonetes foram cortados e submetidos a uma fase de maturação por 30 dias, garantindo a obtenção de um produto com as características desejadas.

Tabela 01-Composição e Proporções de Ingredientes para Diferentes Formulações de Sabão			
Reagentes (g)	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Água	76	76	98,2
Glicerina	267	267	267
NaOH	112,8	112,8	146,6
Óleo de amêndoa	30	30	30
Óleo de soja de fritura filtrado	700	700	200
Polpa de abacate	300	-	150
Sebo de carneiro	-	-	595
Semente + casca do abacate	-	300	150

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Rendimento da Polpa de Abacate

Foram utilizados quatro frutos de abacate, adquiridos no comércio informal de São Luís, para a análise do rendimento da polpa. Os frutos foram avaliados quanto ao peso médio total, bem como à distribuição percentual entre casca, polpa e caroço.

Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada em três momentos distintos: imediatamente após o endurecimento do sabão (tempo 0), aos 15 dias e aos 30 dias de cura. Para a avaliação, foi utilizado um potenciômetro de bancada, equipado com eletrodo de vidro sensível ao pH, devidamente calibrado. As amostras foram preparadas a 10% (p/v) de sabão diluído em água destilada, e o pH foi medido diretamente em solução.

Ensaios Organolépticos

As características sensoriais dos sabonetes, como aspecto visual, cor, odor e tato, foram avaliadas subjetivamente, por meio de ensaios organolépticos realizados por observadores treinados. Esses testes foram conduzidos utilizando métodos comparativos convencionais, visando verificar possíveis alterações nas propriedades sensoriais das amostras ao longo do tempo de maturação, conforme as orientações da ANVISA (13).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento do Fruto de Abacate

Os frutos de abacate utilizados neste estudo pertencem à variedade Geada, conforme o guia de identificação da CEAGESP (14). Essa variedade é caracterizada por casca de coloração verde, textura lisa e espessura fina, além de polpa de coloração amarela e textura com poucas fibras (14). O peso médio dos frutos foi de 458,4 g, com a distribuição percentual dos componentes conforme apresentado na Tabela e Figura 24: 9,1% de casca, 15% de semente e 78% de polpa. Esses resultados indicam um alto rendimento de polpa em relação aos outros componentes do fruto.

Em comparação com três variedades de abacate (Hass, Fuerte e Margarida) mostrado na tabela 2, as amostras utilizadas neste estudo apresentaram peso médio total e rendimento de semente similares à variedade Fuerte. O rendimento percentual de polpa observado foi superior ao das demais variedades de abacate, enquanto a casca apresentou o menor valor percentual, corroborando os achados de Ferrari (12) e Salgado (15). Conforme a FAO (16), as frutas estão entre os alimentos com maior índice de desperdício no mundo, devido à sua alta perecibilidade, especialmente durante o período de safra.

Estima-se que aproximadamente 1,3 bilhões de toneladas de alimentos sejam desperdiçadas anualmente, incluindo 30% dos cereais, 40–50% de raízes, frutas, hortaliças e sementes oleaginosas, 20% de carne e produtos lácteos e 35% de peixes. Uma alternativa viável para mitigar esse desperdício é aproveitar frutas em estágio avançado de maturação para a produção de sabões ou sabonetes. A presença de compostos antioxidantes e lipídios nas frutas contribui para a melhoria das propriedades emolientes, coloração e odor desses produtos.

Tabela 2- Características Biométricas e Proporções das Partes do Fruto de Abacate em Diferentes Variedades

Partes do Fruto	Peso Médio (g)	%	Ferrari <i>et al.</i> 2015		Salgado <i>et al.</i> 2018
Variedade	Geada		Hass	Fuerte	Margarida
Casca	41,8 ± 6,7	9,1	16,10%	12,90%	11,20%
Fruto inteiro	458,4 ± 91,9	100	280 g	429,1 g	-
Polpa	357,3 ± 89	78	68,20%	72,80%	66%
Semente	68,9 ± 10,8	15	15,70%	14,30%	22,80%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Descrição Organoléptica do Sabão e pH

Os sabonetes produzidos apresentaram variações nas características organolépticas conforme a tabela 3, segundo a parte utilizada do fruto de abacate, o que pode estar relacionado à composição química específica de cada componente do fruto. A formulação 1, que utilizou óleo de soja de fritura e polpa de abacate, apresentou um aspecto uniforme, porém com uma superfície rugosa, textura macia, e coloração amarela, provavelmente atribuída aos carotenoides presentes na polpa do abacate. Além disso, essa formulação gerou espuma quando exposta à água. De acordo com Nascimento (17), a polpa de abacate é rica em carotenoides, com destaque para o α -caroteno e a cantaxantina, compostos conhecidos por suas propriedades antioxidantes.

Tabela 03–Resultados dos Ensaio Organolépticos e pH.			
Parâmetros	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Produto Final			
Tipo de lipídio	Óleo de soja de fritura	Óleo de soja de fritura	Sebo de carneiro e Óleo de soja de fritura
Parte do fruto de abacate	Polpa, Semente e Casca	Polpa, Semente e Casca	Polpa, Semente e Casca
Aspecto	Uniforme e superfície rugosa	Uniforme e superfície levemente rugosa	Uniforme e superfície lisa
Textura	Muito Macia	Macia	Rígida
Coloração	Amarelo	Lilás	Marrom
Espuma	Sim	Sim	Sim
pH (tempo 0)	11	11	14
pH (após 15 dias)	9	9	9

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Formulação 2, composta por óleo de soja de fritura, semente e casca de abacate, apresentou um aspecto uniforme, com superfície levemente rugosa e coloração lilás, provavelmente devido aos compostos fenólicos presentes na semente e casca do abacate. A textura foi macia, e a formulação gerou espuma quando exposta à água. De acordo com Filho (18), a semente de abacate contém aproximadamente 70% dos ácidos fenólicos na

forma livre, destacando-se os ácidos salicílico, trans-cinâmico, o-cumárico e ferúlico, que podem contribuir para as características sensoriais do sabonete.

A Formulação 3, que utilizou óleo de soja de fritura, sebo de carneiro, polpa, semente e casca de abacate, apresentou um aspecto uniforme, superfície lisa, coloração marrom e textura rígida, além de também gerar espuma ao ser exposta à água. A formação e a consistência da espuma estão diretamente relacionadas ao poder de limpeza do sabão conforme citado por Tescarollo (19). Todos os sabonetes produzidos demonstraram boa formação de espuma, indicando um bom potencial de limpeza.

O pH dos sabonetes foi avaliado logo após o resfriamento da massa, variando entre 11 e 14. Após 15 dias de maturação, o pH de todas as amostras estabilizou em 9. Segundo a ANVISA (13), o pH de detergentes líquidos para limpeza, que entram em contato direto com a pele, deve estar na faixa de 5,5 a 9,5. Com base nesses dados, os sabonetes produzidos apresentaram pH na faixa segura para uso. Tescarollo (19) Observou um pH de 10,5 para sabões produzidos com óleo vegetal residual de fritura, valor superior ao encontrado neste estudo.

A produção de sabonetes utilizando óleo vegetal de fritura e gordura animal representa uma alternativa viável não somente para a redução da contaminação ambiental, mas também para a economia com a compra de produtos de limpeza. Rodrigues (20) demonstraram que a produção de sabão a partir de óleo de fritura residual de um restaurante industrial é economicamente viável, reduzindo em 90% os custos com sabão comercial e oferecendo uma destinação ecologicamente correta para esse resíduo.

Conclusão

Este estudo demonstrou que o reaproveitamento de resíduos, como o óleo de fritura e os subprodutos do abacate, oferece uma alternativa sustentável e inovadora para a produção de sabões artesanais. O uso do óleo residual, combinado com as partes do abacate, não só minimiza os impactos ambientais associados ao descarte inadequado desses materiais, mas também gera um produto com propriedades benéficas, como a formação de espuma e características emolientes. Além disso, as diferentes formulações testadas evidenciaram a versatilidade do processo, com variações na cor, textura e pH, destacando a importância da escolha dos ingredientes na qualidade final do produto.

A iniciativa também contribui para a valorização de recursos locais e o desenvolvimento de práticas sustentáveis, oferecendo uma possibilidade de geração de renda para a comunidade. O potencial de utilização do sabão artesanal produzido a partir desses resíduos abre caminho para novos estudos e inovações, com a possibilidade de ampliação de sua aplicação em diferentes áreas, como cosméticos e limpeza doméstica.

Por fim, este trabalho reforça a importância da conscientização sobre o reaproveitamento de resíduos e do papel da educação ambiental na promoção de práticas que beneficiem tanto o meio ambiente quanto as comunidades locais. A proposta apresentada pode ser um modelo replicável para outras regiões e contribuir para a construção de um futuro mais sustentável.

REFERENCIAS

1. Vegetable Oils Consumption Worldwide 2024/25| Statista [Internet]. [Citado, 15 De Agosto De 2025]. Disponível Em: <https://www.statista.com/statistics/263937/vegetable-oils-global-consumption/>
2. Santos Ecd. Educação Ambiental Através Da Reutilização Do Óleo De Cozinha Para A Fabricação De Sabão Caseiro.
3. Gondim D, Araújo M De M. Características Físico-Químicas Dos Biocombustíveis E Óleos Vegetais Derivados Do Cártamo, Óleo De Fritura E Mamona. 2022;
4. (Pdf) Journal Of Tourism, Hospitality And Environment Management (Jthem) Recycling Domestic Cooking Oil (Dco) Into Soap: Knowledge Transfer Through Community Service Learning In Perlis [Internet]. [Citado 15 De Agosto De 2025]. Disponível Em: https://www.researchgate.net/publication/382049149_journal_of_tourism_hospitality_and_environment_management_jthem_recycling_domestic_cooking_oil_dco_into_soap_knowledge_transfer_through_community_service_learning_in_perlis
5. (Pdf) Conscientização Ambiental A Partir Do Reaproveitamento De Óleo De Fritura Na Produção De Sabão. Researchgate [Internet]. [Citado 15 De Agosto De 2025]; Disponível Em: https://www.researchgate.net/publication/376144478_conscientizacao_ambiental_a_partir_do_reaproveitamento_de_oleo_de_fritura_na_producao_de_sabao
6. Martins Ct, Conti Tz, Lisboa Vg, Martins T. Uma Alternativa Consciente De Reaproveitamento Do Óleo De Cozinha: A Fabricação De Sabão Caseiro.
7. Ayala-Zavala Jf, Vega-Vega V, Rosas-Domínguez C, Palafox-Carlos H, Villa-Rodriguez Ja, Siddiqui Md, Et Al. Agro-Industrial Potential Of Exotic Fruit Byproducts As A Source Of Food Additives. Food Res Int. Agosto De 2011;44(7):1866–74.
8. Óleos Vegetais: Propriedades Físico-Químicas, Bioativas E Antioxidantes [Internet]. [Citado 15 De Agosto De 2025]. Disponível Em: <https://agronfoodacademy.com/oleos-vegetais-propriedades-fisico-quimicas-bioativas-e-antioxidantes/>
9. Dávila Ja, Rosenberg M, Castro E, Cardona Ca. A Model Biorefinery For Avocado (*Persea Americana Mill.*) Processing. Bioresour Technol. 1º De Novembro De 2017;243:17–29.
10. López-Cobo A, Gómez-Caravaca Am, Pasini F, Caboni Mf, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A. Hplc-Dad-Esi-Qtof-Ms And Hplc-Fld-Ms As Valuable Tools For The Determination Of Phenolic And Other Polar Compounds In The Edible Part And By-Products Of Avocado. Lwt. 1º De Novembro De 2016;73:505–13.
11. Microsoft Word - Sabonete Artesanal_dt_6249.Doc [Internet]. [Citado 15 De Agosto De 2025]. Disponível Em: https://sebrae.com.br/sebrae/portal%20sebrae/sbrt/pdfs/5695_dossie.pdf

12. Ferrari Ra. Nota Científica: Caracterização Físico-Química Do Óleo De Abacate Extraído Por Centrifugação E Dos Subprodutos Do Processamento. Braz J Food Technol. 2015;18:79–84.
13. Guia De Controle De Qualidade De Produtos Cosméticos.Pdf — Agência Nacional De Vigilância Sanitária - Anvisa [Internet]. [Citado 15 De Agosto De 2025]. Disponível Em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-de-controle-de-qualidade-de-produtos-cosmeticos.pdf/view>
14. Abacate.Pdf [Internet]. [Citado 15 De Agosto De 2025]. Disponível Em: <https://ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/Abacate.pdf>
15. Salgado Jm, Danieli F, Regitano-D’arce Mab, Frias A, Mansi Dn. O Óleo De Abacate (Persea Americana Mill) Como Matéria-Prima Para A Indústria Alimentícia. Food Sci Technol. 2008;28:20–6.
16. Faoregionaloffice-Latinamerica-Rlc [Internet]. [Citado 15 De Agosto De 2025]. Perdas E Desperdícios De Alimentos Na América Latina E No Caribe. Disponível Em: <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/pda-benitez/pt>
17. Nascimento F Das Cg Do. Avaliação De Carotenoides E Atividade Antioxidante Da Polpa Madura Do Abacate (Persea Americana Mill). 2020 [Citado 15 De Agosto De 2025]; Disponível Em: <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/1611>
18. Filho St, Sena Mfm De, Loureiro Mm, Silva Er Da, Mattos Ua De, Silva Lgb Da. Aspectos Associados Ao Descarte Inadequado E Ao Reuso Do Óleo Vegetal Residual. Rev Conhecimento Online [Internet]. 8 De Abril De 2014 [Citado 15 De Agosto De 2025];1. Disponível Em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistaconhecimentoonline/article/view/203>
19. Tescarollo Il, Junior Jpt, Amâncio M De S, Alves Tft. Proposta Para Avaliação Da Qualidade De Sabão Ecológico Produzido A Partir Do Óleo Vegetal Residual.
20. Rodrigues Lb, Coutinho Jp, Silva Ca Da. Proposta De Reaproveitamento Do Óleo De Fritura Residual Em Um Restaurante Industrial. Rev Gest - Rgsa. 18 De Novembro De 2010;4(3):136–45.

Capítulo 03
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-03
O MÉTODO QuEChERS NA ANÁLISE DE RESÍDUOS E
CONTAMINANTES: INOVAÇÕES E APLICAÇÕES ATUAIS

Amanda Dorta Maestro
Elizângela Regina da Silva Martins
Nicolas Bueno Mordhost Zeraik
Laura Lana Pinelli
Fabio Luiz Vieira Frez
Fernanda Tiemi Inoue
Simone Maria Altoe Porto

Resumo

O método QuEChERS (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe*) consolidou-se como uma técnica analítica versátil e eficiente para a detecção de resíduos e contaminantes em matrizes alimentares e ambientais. Seu processo rápido de extração, aliado a métodos avançados de detecção como cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem (LC-MS/MS) e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas em tandem (GC-MS/MS), permite a análise simultânea de múltiplos compostos, incluindo pesticidas, micotoxinas, fármacos veterinários e contaminantes emergentes. Inovações recentes, como o uso de adsorventes biodegradáveis, automação, miniaturização e solventes verdes, têm alinhado o método aos princípios da sustentabilidade e da química verde. Além disso, o QuEChERS demonstra alta adaptabilidade a matrizes complexas, que vão desde frutas e vegetais até solos e águas, estabelecendo-se como uma ferramenta padrão no monitoramento regulatório. A integração de tecnologias portáteis e a ampliação das aplicações para contaminantes emergentes indicam um futuro promissor, possibilitando análises mais rápidas, eficientes e sustentáveis, que contribuem para a segurança alimentar, a saúde pública e a proteção ambiental.

Palavras-chave: QuEChERS, Resíduos e Contaminantes, Técnicas Analíticas Avançadas, Sustentabilidade, Segurança Alimentar.

Introdução

O método QuEChERS (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe*) surgiu como uma alternativa simples e eficiente às técnicas convencionais de extração e preparo de amostras para análise de resíduos de pesticidas em alimentos (Anastassiades *et al.*, 2003). Desde então, ele tem se consolidado como uma metodologia amplamente adotada devido à sua versatilidade, baixo custo operacional e capacidade de analisar múltiplos resíduos simultaneamente. Nos últimos anos, importantes avanços foram registrados, especialmente no que se refere à otimização do método para diferentes matrizes, como vegetais, alimentos processados, produtos de origem animal, solos e águas. Estudos recentes demonstram a eficácia do QuEChERS na extração de pesticidas em tubérculos, como batatas, adaptando o método para trabalhar com casca e polpa e utilizando UHPLC-MS/MS como técnica de detecção, com taxas de recuperação entre 70 e 120% e alta reprodutibilidade. A robustez do método em diferentes frações alimentares evidencia sua aplicabilidade mesmo em matrizes com alta complexidade (1).

O método também vem sendo amplamente aplicado em estudos de monitoramento ambiental. Uma pesquisa conduzida em solos agrícolas de regiões tropicais de Cuba

desenvolveu e validou um protocolo QuEChERS acoplado à GC-MS/MS para a quantificação de pesticidas amplamente utilizados, como cipermetrina e clorpirifós. O método foi implementado em campanhas de monitoramento entre 2018 e 2022, demonstrando seu potencial para a avaliação da contaminação ambiental de forma eficiente e economicamente viável (2). Além disso, revisões recentes destacam o uso do QuEChERS não apenas para resíduos de pesticidas, mas também para contaminantes emergentes, como fármacos e disruptores endócrinos, ampliando ainda mais o seu escopo de aplicação em estudos ambientais (3). Diante desses avanços, é possível afirmar que o QuEChERS deixou de ser uma técnica apenas "rápida e econômica" para se tornar uma ferramenta moderna, robusta e multifuncional, que atende não apenas aos requisitos analíticos da segurança alimentar, mas também às crescentes demandas da vigilância ambiental e do controle de diversos resíduos e contaminantes. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal apresentar uma revisão atualizada sobre as aplicações do método QuEChERS na determinação de resíduos e contaminantes em alimentos e matrizes ambientais, destacando os avanços metodológicos, as inovações em adsorventes e as perspectivas de uso em contextos analíticos complexos.

O Método QuEChERS: Princípios e Etapas

O método QuEChERS, acrônimo para *Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe* (Rápido, Fácil, Barato, Eficaz, Robusto e Seguro), representa uma revolução nas técnicas de preparo de amostras para análise multirresíduo, especialmente de pesticidas. Desenvolvido por Anastassiades et al. em 2003, seu objetivo principal é simplificar a extração e a limpeza (*clean-up*) de analitos em matrizes complexas, como alimentos e amostras ambientais, tornando o processo mais eficiente e com menor consumo de solventes. O procedimento é fundamentalmente dividido em duas etapas principais: a extração líquido-líquido com partição induzida por sal e a limpeza por extração em fase sólida dispersiva (d-SPE).

1. Etapa de Extração: A primeira fase consiste na extração dos analitos da amostra homogeneizada. Para isso, uma massa conhecida da amostra (geralmente de 10 a 15 g) é pesada em um tubo de centrífuga. Adiciona-se um solvente orgânico, sendo a acetonitrila o mais utilizado devido à sua capacidade de extrair uma ampla gama de pesticidas (polares e apolares) e sua limitada miscibilidade com a água na presença de sais. Em seguida, são adicionados sais, como sulfato de magnésio anidro ($MgSO_4$), para remover a água da amostra, e cloreto de sódio ($NaCl$) ou citrato de sódio, que induzem a separação de fases (*salting-out*), forçando os pesticidas a migrarem da camada aquosa para a fase orgânica. O tubo é então vigorosamente agitado e centrifugado, resultando na separação clara entre a fase orgânica superior (contendo os pesticidas) e a fase aquosa inferior com os resíduos sólidos da amostra.

2. Etapa de Limpeza (Clean-up por d-SPE): Após a extração, uma alíquota do sobrenadante (a fase orgânica) é transferida para um segundo tubo de centrífuga, que já contém uma mistura de sorventes para a limpeza. Esta etapa, conhecida como extração em fase sólida dispersiva (d-SPE), visa remover os coextrativos interferentes da matriz que foram extraídos junto com os analitos. A escolha dos sorventes depende da natureza da matriz:

- **Sulfato de magnésio anidro ($MgSO_4$):** Utilizado para remover qualquer água residual remanescente.
- **Amina Primária Secundária (PSA):** Eficaz na remoção de ácidos orgânicos, açúcares e ácidos graxos.

- **C18 (Octadecilsilano):** Empregado para remover interferentes não polares, como lipídios.
- **Negro de Carbono Grafitizado (GCB):** Usado para eliminar pigmentos, como clorofila e carotenoides, embora possa reter pesticidas planares.

Após a adição dos sorventes, o tubo é novamente agitado e centrifugado. O sobrenadante limpo é então coletado, podendo ser acidificado para estabilizar os analitos, e está pronto para ser injetado em equipamentos cromatográficos, como a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) ou a Cromatografia Gasosa (GC), acopladas à espectrometria de massas (MS/MS), para a identificação e quantificação dos resíduos (Anastassiades *et al.*, 2003).

Aplicações do método QuEChERS em alimentos vegetais

O método QuEChERS tem se mostrado extremamente eficaz na análise de resíduos de pesticidas em uma ampla gama de alimentos vegetais, incluindo frutas, hortaliças, raízes, sementes e grãos. Sua popularidade nessa categoria de alimentos deve-se à sua capacidade de lidar com matrizes complexas, muitas vezes ricas em água, açúcares, ácidos orgânicos ou pigmentos, sem comprometer a eficiência analítica (4). A Tabela 1 resume a frequência com que cada uma dessas matrizes é abordada na literatura científica recente, destacando as áreas de maior foco. Em frutas, por exemplo, Zhang *et al.* (4) aplicaram com sucesso o QuEChERS na análise multirresíduo de 198 pesticidas em tâmaras, demonstrando alta sensibilidade e taxas de recuperação dentro dos critérios exigidos pela SANTE/12682/2019. De forma semelhante, Zhao *et al.* (5) investigaram resíduos em morangos, atingindo baixos limites de detecção (1–5 µg/kg) com recuperações acima de 85%, mesmo diante da alta complexidade da matriz rica em açúcares e compostos fenólicos.

No caso de frutas cítricas, que apresentam alta acidez e pigmentos como carotenoides, estudos como o de Ma *et al.* (6) demonstraram que a adição de tampões específicos e otimizações na etapa de purificação, com adsorventes como PSA e C18, são fundamentais para reduzir interferências e garantir seletividade. Já para frutas com alto teor lipídico, como o abacate, o método tem sido modificado com a adição de sorbentes mais eficientes, como carvão ativado ou grafeno funcionalizado, a fim de lidar com a coextração de lipídios (7).

Para vegetais folhosos, que geralmente acumulam resíduos superficiais, Kim e Lee (8) desenvolveram modificações na etapa de limpeza visando à remoção de clorofila, responsável por interferências cromatográficas e supressão iônica. Utilizando LC-MS/MS, eles obtiveram boa seletividade e limites de detecção adequados para pesticidas regulamentados em alface, espinafre e couve.

Tubérculos como batata, mandioca e beterraba também têm sido avaliados com êxito usando QuEChERS. Amaral *et al.* (1) realizaram um estudo em diferentes frações da batata (casca, polpa e tubérculo inteiro), obtendo taxas de recuperação entre 70% e 120% com UHPLC-MS/MS, mesmo considerando a complexidade das diferentes fases da matriz. Em alimentos como a beterraba, pigmentos naturais como betalainas exigem etapas adicionais de purificação, com uso de GCB para minimizar interferências (3). Cereais e leguminosas, como arroz, feijão e lentilhas, vêm sendo incluídos em programas de monitoramento devido ao uso frequente de inseticidas e herbicidas nas lavouras. Wang *et al.* (9) demonstraram que o QuEChERS pode ser aplicado diretamente em grãos crus e cozidos, com mínima variação de recuperação entre os estados físico-químicos. A adaptação do método para produtos termicamente processados é um avanço importante,

considerando que o processamento pode alterar a estabilidade ou a disponibilidade dos resíduos (3).

Outro aspecto relevante diz respeito à aplicação do método em alimentos minimamente processados, como saladas prontas, vegetais cortados e frutas descascadas. Zhang et al. (10) aplicaram o método em saladas de vegetais frescos embaladas a vácuo, demonstrando que, mesmo em alimentos submetidos à manipulação industrial, o método mantém sua robustez. Além disso, diferentes estudos têm explorado a combinação do QuEChERS com tecnologias de detecção mais modernas, como LC-HRMS (espectrometria de massas de alta resolução) e técnicas acopladas de ionização, que permitem não apenas a quantificação de resíduos, mas também a identificação de metabólitos, produtos de degradação e resíduos não intencionais (11). Isso é especialmente relevante em alimentos vegetais orgânicos, onde há preocupação crescente com fraudes e contaminação cruzada (3).

Portanto, os avanços metodológicos e a constante otimização do método confirmam seu papel central nas análises de resíduos de pesticidas em vegetais. Sua aplicabilidade em frutas com alto teor de açúcares, vegetais folhosos com pigmentos, tubérculos, leguminosas, grãos e produtos processados, somada à compatibilidade com técnicas analíticas modernas, tornam o método indispensável para o controle de qualidade e segurança alimentar na cadeia produtiva vegetal (12).

Tabela 1 – Frequência de estudos que utilizaram o método QuEChERS em diferentes tipos de matrizes vegetais

Tipo de Matriz	Quantidade	Percentual
Frutas doces (tâmara, morango, cítricas)	5	25%
Vegetais folhosos (alface, couve, espinafre)	3	15%
Tubérculos (batata, beterraba, mandioca)	3	15%
Grãos e leguminosas (arroz, feijão, lentilha)	2	10%
Alimentos minimamente processados (saladas prontas etc.)	3	15%

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Aplicações ambientais: solos e águas

A versatilidade do método QuEChERS para análises ambientais tem sido amplamente explorada nos últimos anos, especialmente em estudos voltados à avaliação de resíduos de pesticidas em solos e águas. Márquez-Gómez et al. (2) validaram um protocolo para quantificação simultânea de 218 pesticidas e metabólitos em solos agrícolas tropicais, utilizando a extração associada a GC-MS/MS e LC-MS/MS. O método apresentou excelente robustez, principalmente em solos argilosos, sendo aplicado com sucesso em áreas agrícolas de Cuba. Complementarmente, Evlourouss et al. (13) desenvolveram uma metodologia abrangente para monitoramento de 311 pesticidas em solos arenosos utilizando LC-MS/MS e GC-MS/MS após extração por QuEChERS, com taxas de recuperação entre 70% e 119% e limites de quantificação inferiores a 0,01 µg/g. Outro avanço importante foi descrito por Vicari et al. (14), que aplicaram o QuEChERS para extração simultânea de pesticidas e fármacos veterinários em solos agrícolas do

Brasil, com validação por UHPLC-MS/MS, apresentando excelente reprodutibilidade e baixo custo operacional.

Em ambientes aquático, ele também se mostrou eficaz para diferentes tipos de matriz. Patel et al. (15) validaram um método para análise de resíduos de pesticidas em sedimentos de rios urbanos, com bom desempenho de linearidade e recuperações superiores a 80% utilizando GC-MS/MS. Barizon et al. (16) aplicaram o QuEChERS para quantificação de resíduos em águas superficiais de rios brasileiros, utilizando UHPLC-MS/MS. O método mostrou-se confiável, com limites de detecção abaixo de 3 µg/L e recuperações entre 80% e 117%. Além disso, Barbieri et al. (17) desenvolveram uma versão automatizada do QuEChERS combinada à SPE on-line e LC-MS/MS para monitoramento de 51 pesticidas em águas superficiais e subterrâneas na Catalunha, com excelente validação e conformidade com as normas da União Europeia. Por fim, Gupta et al. (18) aplicaram o QuEChERS em águas subterrâneas de zonas agrícolas, obtendo baixos limites de detecção e alta reprodutibilidade por LC-MS/MS.

Matrizes não convencionais e contaminantes emergentes

A aplicação do QuEChERS tem ultrapassado as matrizes convencionais, alcançando usos inovadores em substratos complexos e para contaminantes emergentes. Wang et al. (11) adaptaram o método para análise simultânea de pesticidas e fármacos em fertilizantes orgânicos compostos por resíduos agroindustriais e lodo. Utilizando UHPLC-qToF-MS/MS, os autores relataram limites de quantificação variando de 0,03 a 4,32 ng/g, com excelente sensibilidade e recuperação. Da mesma forma, Silva et al. (19) obtiveram bons resultados na extração simultânea de micotoxinas e pesticidas em rações animais, mesmo diante da complexidade da matriz, com destaque para a eficiência de recuperação de compostos polares e apolares por meio de QuEChERS modificado. De Mastro et al. (20) estenderam o uso do método para extração de fármacos de diferentes classes em solos agrícolas, com boas taxas de recuperação e precisão, utilizando uma combinação de QuEChERS com purificação baseada em dispersão de fase sólida.

Além das aplicações experimentais, revisões recentes têm evidenciado a expansão do QuEChERS para uma gama crescente de contaminantes emergentes. Sun et al. (3) destacaram avanços metodológicos importantes, como o uso de tamponamento seletivo, padrões isotópicos e melhorias nos adsorventes utilizados na purificação. Esses aprimoramentos permitiram a detecção eficiente de compostos como disruptores endócrinos, antibióticos e metabólitos farmacêuticos em diferentes matrizes ambientais. Pavlů et al. (21), por sua vez, demonstraram o uso de SPE associada ao QuEChERS para análise de antibióticos em águas superficiais com alta sensibilidade, reforçando a relevância da técnica em monitoramento ambiental contemporâneo.

Perspectivas Futuras e Sustentabilidade do Método QuEChERS

Nos últimos anos, o método QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) passou por avanços significativos voltados à sustentabilidade e ao alinhamento com os princípios da química verde. A redução do uso de solventes orgânicos convencionais tem se destacado como um dos principais focos de desenvolvimento, com a substituição por alternativas menos tóxicas e mais biodegradáveis, como etanol, misturas aquosas e outros solventes de origem renovável, que preservam a eficiência da extração e reduzem os impactos ambientais (22, 23).

Outra tendência relevante refere-se à miniaturização do método, que permite reduzir volumes de solventes e amostras, diminuindo o consumo de reagentes e a geração de resíduos em laboratório (24). Paralelamente, o avanço da automação, com sistemas robotizados e microextratores, tem proporcionado maior reprodutibilidade e rapidez,

além de reduzir a exposição do analista a solventes potencialmente nocivos. Esse tipo de inovação possibilita ainda o processamento simultâneo de múltiplas amostras, otimizando tempo e recursos, especialmente em laboratórios de alta demanda (25).

A etapa de limpeza (dispersive solid-phase extraction – d-SPE) também tem sido alvo de modificações sustentáveis, com a substituição de adsorventes tradicionais, como PSA e C18, por materiais de origem natural ou biodegradável. Essa estratégia contribui não apenas para a eficiência da análise, mas também para a redução do lixo químico e maior compatibilidade do método com práticas ambientalmente responsáveis (26).

Além disso, observa-se a expansão do uso do QuEChERS em matrizes ambientais, como solo, água e sedimentos. Combinado a técnicas de alta sensibilidade, como cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem (LC-MS/MS) e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas em tandem (GC-MS/MS), o método tem viabilizado a detecção simultânea de múltiplos resíduos com menor consumo de reagentes e amostras, fortalecendo seu papel em análises de rotina ambiental e alimentar com menor pegada ecológica (27).

Cabe destacar, nesse contexto, a importância da **Tabela 2**, que reúne solventes verdes aplicados no método QuEChERS, descrevendo suas principais características, vantagens e limitações. Essa sistematização evidencia como o etanol, o glicerol, o dimetil carbonato e o 2-metil-tetra-hidrofurano, entre outros, podem substituir solventes convencionais, oferecendo alternativas mais seguras e sustentáveis. A tabela ilustra ainda a relevância de combinações aquosas, que permitem ajustar a polaridade do meio e ampliar a gama de compostos extraídos. Assim, a consolidação de solventes verdes no QuEChERS representa uma tendência promissora para futuras padronizações e aplicações práticas.

Apesar dos avanços, desafios permanecem, principalmente quanto à harmonização dos protocolos entre diferentes matrizes e classes químicas, dificultando a comparação direta entre estudos e a padronização regulatória. Além disso, esforços contínuos têm sido direcionados ao desenvolvimento de adsorventes mais seletivos e biodegradáveis, bem como à integração do QuEChERS com dispositivos portáteis e técnicas emergentes capazes de viabilizar análises rápidas em campo, reduzindo a necessidade de transporte de amostras e infraestrutura laboratorial (22, 26).

Tabela 2 – Solventes Verdes Utilizados no Método QuEChERS: Características, Vantagens e Referências.

Solvente Verde	Descrição / Origem	Vantagens	Considerações no QuEChERS	Referências
Etanol	Solvente alcoólico, biodegradável, de fontes renováveis	Baixa toxicidade, miscível com água, eficiente na extração	Compatível com muitas matrizes, fácil remoção pós-extração	García-Reyes et al. (2021); Pereira et al. (2021)
Água	Solvente universal, não tóxico	Inocuo, abundante e barato	Usado em misturas para extração de compostos polares	García-Reyes et al. (2021)
Ácido láctico	Derivado biológico (fermentação)	Biodegradável, baixa toxicidade	Usado para ajustar pH e melhorar extração	Li et al. (2023)

Acetato de etila	Éster produzido a partir de fontes renováveis	Baixa toxicidade, boa volatilidade, fácil remoção	Uso moderado, boa seletividade para compostos moderadamente polares	Pereira et al. (2021)
Metanol verde	Produzido a partir de biomassa	Biodegradável, polar, boa capacidade extrativa	Similar ao metanol convencional, porém renovável	García-Reyes et al. (2021)
Misturas de solventes aquosos	Água + solventes verdes (ex: água + etanol)	Redução da toxicidade, ajuste da polaridade	Muito utilizado para ampliar espectro de extração	García-Reyes et al. (2021); Pereira et al. (2021)
Glicerol	Subproduto natural da biodiesel	Biodegradável, não tóxico, alta viscosidade	Uso limitado pela viscosidade, usado em pequenas quantidades	Li et al. (2023)
2-Metil-tetra-hidrofurano (2-MeTHF)	Solvente derivado de fontes lignocelulósicas	Substituto do éter, menos tóxico, biodegradável	Alternativa para solventes apolares	Ventura et al. (2017)
Dimetil Carbonato (DMC)	Solvente verde, baixo impacto ambiental	Alta biodegradabilidade, baixa toxicidade	Pode substituir solventes clorados em algumas extrações	Pereira et al. (2021)

Conclusão

A presente revisão evidenciou que o método QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) consolidou-se como uma ferramenta analítica versátil, de baixo custo e capaz de extrair simultaneamente múltiplos resíduos de pesticidas em diferentes matrizes alimentares. Sua aplicabilidade tem sido ampliada para diversos grupos de alimentos, incluindo frutas, vegetais folhosos, tubérculos e grãos, demonstrando eficiência na recuperação de compostos e compatibilidade com técnicas instrumentais avançadas, como a cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem (LC-MS/MS) e a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas em tandem (GC-MS/MS). Entretanto, observam-se limitações relevantes na literatura analisada. Entre elas, destacam-se a escassez de estudos aplicados a matrizes de origem animal, como o leite materno, que apresentam maior complexidade devido ao elevado teor lipídico e proteico. Além disso, verificou-se ausência de padronização em algumas etapas do método, o que pode comprometer a comparabilidade dos resultados entre diferentes pesquisas. Tais lacunas reforçam a necessidade de estudos adicionais que explorem novas estratégias de purificação, a utilização de solventes alternativos de menor impacto ambiental e a avaliação da robustez do método em condições mais próximas à realidade industrial. Como perspectivas futuras, sugere-se o aprofundamento em pesquisas voltadas à adaptação do QuEChERS para matrizes complexas, bem como o desenvolvimento de protocolos validados para o monitoramento de contaminantes emergentes. Também se faz necessário ampliar o escopo de investigação para diferentes regiões geográficas, de modo a fornecer um panorama mais representativo da contaminação por pesticidas em alimentos e fluidos biológicos. Por fim, ainda que o método seja amplamente aplicado em escala laboratorial, sua transferência para uso em

ambientes industriais exige adaptações significativas, incluindo ajustes de custo, automação de etapas e capacitação técnica de profissionais. Apesar desses desafios, o QuEChERS apresenta potencial para contribuir de forma efetiva ao monitoramento da segurança alimentar e à proteção da saúde pública, consolidando-se como uma ferramenta promissora tanto no campo da pesquisa científica quanto em aplicações práticas de larga escala.

Referências

1. Amaral LR, et al. Multiresidue determination of pesticides in potato tuber, peel, and pulp by QuEChERS and UHPLC-MS/MS. *Food Anal Methods*. 2023;16:771-80.
2. Márquez-Gómez Y, et al. Validation of a modified QuEChERS method for the quantification of residues of currently used pesticides in Cuban agricultural soils, using gas chromatography tandem mass spectrometry. *Environ Sci Pollut Res*. 2024;31:5561-72.
3. Sun Y, et al. Updated overview of QuEChERS applications in food, environmental and biological analysis (2020–2023). *TrAC Trends Anal Chem*. 2023;169:117375.
4. Zhang J, et al. Determination of pesticide residues in dates using QuEChERS extraction and GC-MS/MS analysis. *Food Chem*. 2022;374:131708.
5. Zhao W, et al. Determination of multi-class pesticide residues in strawberries using QuEChERS and LC-MS/MS. *Food Chem*. 2021;345:128797.
6. Ma Y, et al. Determination of 124 pesticide residues in citrus fruits using a modified QuEChERS method and gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Chem*. 2020;310:125916.
7. Liu Y, et al. Graphene-based adsorbents for improved cleanup of pesticide residues in oily samples using QuEChERS. *Anal Chim Acta*. 2022;1195:339479.
8. Kim S, Lee H. Enhanced QuEChERS method for pesticide residues in leafy greens: improved removal of chlorophyll interference. *Food Chem*. 2023;401:134135.
9. Wang J, et al. Determination of 28 pesticide residues in cereals and their products using QuEChERS extraction and ultra-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J Sci Food Agric*. 2022;102(7):2933-40.
10. Zhang Y, et al. Analysis of 103 pesticide residues in fresh-cut vegetables using a modified QuEChERS method and LC-MS/MS. *Food Control*. 2021;121:107662.
11. Wang X, et al. Simultaneous determination of pesticides and pharmaceuticals in bio-based fertilizers using a modified QuEChERS method combined with UHPLC-qToF-MS/MS. *Sci Total Environ*. 2023;856:158904.
12. Zhou H, et al. Enhanced sample cleanup in QuEChERS using MWCNTs and MOFs for LC-MS/MS pesticide analysis in food and animal products. *Food Chem*. 2023;404:134722.

13. Evlouross I, et al. Validation and simultaneous monitoring of 311 pesticide residues in loamy sand agricultural soils by LC-MS/MS and GC-MS/MS, combined with QuEChERS-based extraction. *Microchem J.* 2023;194:109465.
14. Vicari MC, et al. Simultaneous determination of multiresidues of pesticides and veterinary drugs in agricultural soil using QuEChERS and UHPLC-MS/MS. *Separations.* 2024;11(6):188.
15. Patel D, et al. QuEChERS-based analysis of pesticide residues in urban river sediments by GC-MS/MS. *Sci Total Environ.* 2021;772:145434.
16. Barizon JR, et al. Development and validation of a QuEChERS-UHPLC-MS/MS method for multiresidue determination of pesticides in Brazilian river water. *Ambient A-gua.* 2022;17(3):e2867.
17. Barbieri MV, et al. Improved fully automated method for the determination of medium to highly polar pesticides in surface and groundwater and application in two distinct agriculture-impacted areas. *J Chromatogr A.* 2020;1627:461462.
18. Gupta S, et al. Monitoring pesticides in groundwater from agricultural zones using QuEChERS and LC-MS/MS. *Environ Monit Assess.* 2023;195(7):423.
19. Silva A, et al. Simultaneous extraction of mycotoxins and pesticides from animal feed using modified QuEChERS. *Food Control.* 2021;124:107846.
20. De Mastro F, et al. Validation of a modified QuEChERS method for the extraction of multiple classes of pharmaceuticals from soils. *Chem Biol Technol Agric.* 2022;9(1):33.
21. Pavlů I, et al. Analysis of antibiotics in surface water using SPE purification and LC-MS/MS detection. *J Environ Manage.* 2024;353:119924.
22. García-Reyes JF, et al. The evolution of QuEChERS: A journey from a simple idea to a powerful analytical approach. *TrAC Trends Anal Chem.* 2021;143:116416.
23. Lehotay SJ, Maštovská K. Evaluation of green solvents for the QuEChERS method for pesticide residue analysis in produce. *J Chromatogr A.* 2020;1633:461678.
24. Yildiz E, et al. Miniaturized QuEChERS-based extraction methods for the analysis of organic contaminants in food and environmental samples: A review. *TrAC Trends Anal Chem.* 2022;157:116766.
25. Silva LK, et al. Automation of the QuEChERS method: A review. *Talanta.* 2024;267:125206.
26. Huang Y, et al. Recent advances in sustainable sorbents for QuEChERS method. *TrAC Trends Anal Chem.* 2023;167:117215.
27. Martínez-Domínguez G, et al. QuEChERS-based methods for the determination of pesticides in environmental solid samples. A review. *Talanta.* 2020;209:120538.
28. Pereira CG, et al. Greening the QuEChERS method: A review of the last decade. *Anal Chim Acta.* 2021;1183:338949.

29. Li Y, et al. Recent advances of green solvents in QuEChERS method for determination of contaminants in food and environmental samples. *Trends Food Sci Technol.* 2023;138:60-75.
30. Ventura RDS, et al. 2-Methyltetrahydrofuran (2-MeTHF): A biomass-derived solvent with a broad spectrum of applications in organometallic and green chemistry. *Chem Rev.* 2017;117(21):13310-63.

Capítulo 04
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-04
SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA EM POLPA DE PEQUI
(CARYOCAR BRASILIENSE)

Bianca Ferreira Augustinho *; **Ellen Godinho Pinto ** ; **Dayana Silva Batista Soares **; **Taysa Martins de Oliveira **; **Alessandra Cristina Tomé **; **Wiaslan Figueiredo Martins **; **Ana Paula Stort Fernandes **

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: ellen.godinho@ifgoiano.edu.br*

Resumo: O Cerrado possui uma grande diversidade de frutos, destacando-se o pequi. Embora seja muito consumido, um dos maiores empecilhos está em seu armazenamento. A secagem em leito de espuma consiste em converter alimentos em uma espuma estável pela adição de agentes espumantes antes da secagem. O presente trabalho tem como objetivo realizar a secagem em leito de espuma de polpa de pequi com Emustab® e Albumina em diferentes concentrações e avaliar suas características físico-químicas. Para produção de espuma, utilizou-se o agente espumante Emustab® e Albumina nas concentrações de 2,5%, 5% e 10%. Essas foram levadas ao secador a 60°C por 12 horas. Realizou-se a caracterização do fruto e das farinhas através das análises de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável, atividade de água, índice de solubilidade em água e umidade. Os resultados obtidos para a polpa *in natura* foram semelhantes aos observados em demais literaturas. Já as amostras obtidas através da secagem em leito de espuma, obtiveram baixa umidade, acidez e atividade de água, as farinhas com melhor capacidade de solubilidade foram com 5,0% e 10% de Emustab®, pois necessitaram de menor tempo em agitação para se solubilizarem, o que resulta em melhores propriedades de reidratação.

Palavras-chave: pequi; cerrado; secagem; caracterização físico-química; estabilidade de alimentos.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é um Bioma Brasileiro constituído por uma riquíssima fauna e flora, contendo uma extensão territorial que ocupa cerca de 22% de todo o país. Possui um clima quente, semiúmido e sazonal, em que muitas espécies se destacam devido ao seu grande potencial econômico, suas características, formas, cores, aromas e sabores diversos. Trata-se de um dos principais ecossistemas tropicais da Terra, sendo um dos centros prioritários (“hot spots”) para a preservação da biodiversidade do planeta (1). Possui uma grande diversidade de frutos, destacando-se o *Caryocar brasiliense*, conhecido popularmente como pequi (1).

O pequi é um fruto do tipo drupa com polpa rica em lipídeos e fibras alimentares. A coloração predominante em sua polpa é amarela devida à presença de carotenoides (α e β -caroteno) com teores em torno de 2 a 3 g/100 g de polpa. Possui ainda compostos fenólicos (polifenóis, proantocianidinas não extraíveis), componentes bioativos com expressiva capacidade antioxidante (2). Devido ser um fruto sazonal, necessita da utilização de métodos de conservação para seu consumo nas entressafras.

A secagem também conhecida como desidratação é uma técnica de conservação muito antiga, originada da necessidade dos primitivos de estocar seus alimentos (3). Com

o decorrer dos anos, as técnicas de desidratação foram evoluindo de forma substancial e atualmente existem diversas tecnologias de secagem, como a secagem em leito de espuma, liofilização, secagem em estufas, entre outros. Cada método possui características próprias e apresenta vantagens e limitações, gerando produto finais com diferentes propriedades físico-químicas ou nutricionais (4).

A secagem em leito de espuma consiste em converter alimentos líquidos ou semissólidos em espuma estável por meio da cooperação de agentes espumantes ou estabilizantes antes de submetê-los ao processo de secagem. É um método relativamente fácil e de baixo custo quando comparado aos processos de secagem por pulverização e liofilização. Além disso é indicado para materiais sensíveis ao calor, pegajosos e viscosos (5).

Objetivou-se com o presente trabalho realizar a secagem em leito de espuma de polpa de pequi com Emustab® e Albumina em diferentes concentrações e avaliar as suas características físico-químicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Panificação e no Laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos.

A matéria-prima foi adquirida no mercado local da cidade de Morrinhos-GO, já descascada. Em seguida, uma parte da polpa *in natura* foi destinada às análises de caracterização do fruto. A fração restante passou por cozimento em água a 60 °C, durante aproximadamente 20 minutos, seguida de despulpamento manual. Após esse processo, realizaram-se análises tanto da amostra *in natura* quanto das farinhas obtidas após a etapa de secagem.

Para produção de espuma, utilizou-se diferentes tratamentos, o quais estão descritos na Tabela 1. Os emulsificantes foram adicionados às respectivas polpas e essa mistura foi submetida à agitação, em uma batedeira doméstica, por 10 minutos para a obtenção da espuma. Posteriormente foram colocadas em bandejas de aço inox e espalhadas a fim de formar camadas finas e homogêneas.

Tabela 1 - Tratamentos utilizados para a formação das espumas para realização da desidratação em leito de espuma.

Tratamento	Emulsificante	Concentração (%)
EMS 2,5%	Emustab®	2,5%
EMS 5,0%	Emustab®	5,0%
EMS 10%	Emustab®	10%
ALB 2,5%	Albumina	2,5%
ALB 5,0%	Albumina	5,0%
ALB 10%	Albumina	10%

As amostras com adição dos emulsificantes e a controle (sem adição de emulsificante) foram inseridas em estufa de secagem (Quimis-Q314M) com circulação de ar a temperatura de 60°C por aproximadamente 12 horas. Após o processamento, a farinha foi macerada e embalada a vácuo e armazenada a temperatura ambiente (30-33°C).

Foram realizadas as análises de pH, acidez titulável, atividade de água (A_w), índice de solubilidade em água (ISA) e umidade no fruto *in natura*, nas amostras com adição de emulsificantes e amostra controle.

O pH foi medido por meio de pHmetro previamente calibrado com soluções padrões 4,0 e 7,0. A acidez titulável foi determinada por método titulométrico, utilizando solução de hidróxido de sódio 0,1 M e indicador fenolftaleína, sendo expressa em g/100 de ácido cítrico. Todas as análises descritas anteriormente seguiram os protocolos do Instituto Adolfo Lutz (6).

A índice de atividade de água (Aw) foi determinado utilizando o analisador de atividade de água do Pre Water Activity Analyzer da marca Aqua Lab de acordo com o manual do equipamento. A umidade foi determinada através de leitura direta no analisador de umidade por infravermelho MB27 da marca Ohaus, conforme a metodologia descrita no manual do fabricante.

O índice de solubilidade em água (ISA) foi determinado pela adaptação do método usado por Astolfi-Filho *et al.* (7). Mediu-se o tempo necessário para a completa dissolução de 2 g de amostra das farinhas obtidas em secagem em leito de espuma em 20 mL de água destilada. A mistura foi agitada em mesa agitadora (SL-180/DT – SOLAB) e o tempo, medido em um cronômetro, correspondeu ao momento em que não mais foram observadas partículas sólidas.

Para análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) sendo, em seguida, comparadas as médias pelo teste de Tukey, com nível de significância previamente estabelecido em 5% ($p < 0,05$), utilizando o Programa de Estatística Assistat versão 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização físico-química do fruto *in natura* e das farinhas de pequi estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização físico-química do fruto *in natura* e das farinhas de pequi obtidas por secagem em leito de espuma com adição de 2,5% (EMS2,5%), 5% (EMS5%) e 10% (EMS10%) de Emustab® e adição de 2,5% (ALB2,5%), 5% (ALB5%) e 10% (ALB10%) de Albumina.

AMOSTRAS	ANÁLISES				
	Umidade (%)	pH	Acidez Titulável (g/100g)	Atividade de água (Aw)	Índice de solubilidade em água (mín)
Polpa <i>in natura</i>	50,88±0,38 ^a	6,84±0,04 ^{ab}	1,30 ±0,29 ^d	0,64±0,00 ^a	-
Amostra controle	1,07±0,27 ^f	6,68±0,02 ^{bc}	2,53±0,24 ^c	0,32±0,02 ^{bc}	-
EMS 2,5%	1,62±0,43 ^{ef}	6,55±0,02 ^{cd}	3,82±0,01 ^{ab}	0,34±0,00 ^b	2,0
EMS 5,0%	1,96±0,36 ^{de}	6,68±0,01 ^{bc}	3,80±0,02 ^{ab}	0,23±0,02 ^{cd}	1,0
EMS 10%	4,17±0,02 ^b	6,50±0,00 ^{cd}	4,21±0,54 ^a	0,23±0,01 ^{cd}	1,0
ALB 2,5%	2,63±0,48 ^{cd}	6,40±0,05 ^d	3,80±0,03 ^{ab}	0,22±0,00 ^d	2,0
ALB 5,0%	2,85±0,38 ^c	6,48±0,01 ^d	3,20±0,20 ^b	0,21±0,00 ^d	2,0
ALB 10%	2,28±0,06 ^{cde}	6,91±0,02 ^a	2,27±0,49 ^c	0,18±0,01 ^d	1,5

*As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, podendo afetar a estocagem e embalagem dos produtos (8). Para esse parâmetro analítico foi possível observar na polpa de pequi *in natura* um valor de 50,88%, resultado este semelhante ao encontrado por Santos *et al.* (9), que observaram um valor

de 56,53% para polpa de pequi produzidos no município de Barra do Bugres - MT. A água é o componente de maior expressividade nos frutos, por isso, estão sujeitos a sofrerem alterações químicas (10). Essas alterações fazem com que o pequi seja uma fruta altamente perecível. A operação de secagem realiza a redução da umidade, o que consequentemente torna a polpa do pequi muito mais estável e segura, evidenciando a importância do processamento tecnológico em alimentos (11).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (12) estabelece o padrão de no máximo 14% de umidade para farinhas. O resultado obtido para a totalidade das farinhas obtidas no presente estudo, estão dentro do padrão estabelecido. Essa baixa umidade em farinhas é extremamente vantajosa, visto que está associada a perdas na estabilidade química, na deterioração microbiológica, nas alterações fisiológicas e na qualidade geral dos alimentos principalmente se estiver fora do limite máximo ou mínimo permitido para cada produto (13). É possível observar que a farinha obtida com adição de 10% de Emustab® apresentou uma umidade superior as demais, isso se dá devido a capacidade do mesmo de reter água. Segundo Gutiérrez (14) o polioxietileno de monoestearato de sorbitana presente na composição do Emustab® é um agente umectante, o qual possui afinidade pela fase aquosa. As demais concentrações utilizando Emustab® apresentaram teores inferiores de umidade, o que infere que as propriedades de retenção de água são obtidas em concentrações superiores a 5% deste aditivo.

A amostra controle apresentou o menor teor de umidade entre as amostras, isso devido à ausência de aditivos que promovem a retenção de umidade. Segundo Oliveira (15), a Albumina é uma proteína globular que possui estrutura compacta com um núcleo hidrofóbico e uma superfície hidrofílica. Sua superfície hidrofílica promove uma ligação com a água. Com o aumento de temperatura, ocorre uma desnaturação proteica, que promove o aumento da exposição dos resíduos hidrofóbicos e consequentemente gera aprisionamento de água em seu interior, o que justifica um maior teor de umidade quando comparada a amostra controle.

Outro fator interferente na diferença de umidade é a espessura da espuma nas bandejas de secagem, podendo essa interferir nesse processo, uma vez que quanto maior a superfície de contato, menor o tempo gasto.

O pequi se diferencia da maioria das frutas tropicais, por apresentar um pH, que o classifica como um alimento de baixa acidez, ou seja, acima de 4,5 (8). Neste estudo o pH encontrado na amostra *in natura* foi de 6,84, ficando próximo aos valores encontrados por Paz *et al.* (16), Vera *et al.* (17) e Oliveira *et al.* (18), que foram de 7,00, 6,70 e 6,90, respectivamente. Observa-se que as farinhas obtidas com adição de Albumina e Emustab® apresentaram uma redução de pH quando comparada a polpa do fruto *in natura*, em exceção ao obtido com adição de 10% de Albumina. Esses resultados diferenciam-se do encontrado por Freitas (19), onde o pH aumentou progressivamente com o aumento da concentração de ambos os emulsificantes em manga Umbá. Entretanto, o uso dos emulsificantes em diferentes frutas pode apresentar diferentes comportamentos, o que justifica o resultado do pH para as demais amostras.

Para a acidez total titulável (ATT), foi encontrado 1,30% de ácido cítrico para a polpa *in natura*. Pinto (20), em seu estudo sobre a obtenção de extratos de carotenoides de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* camb.) encapsulados pelo método de secagem em camada de espuma com Emustab®, encontrou um valor de 0,03% de acidez, o que se difere do encontrado no presente estudo. Santos *et al.* (9), encontraram em seu estudo valores também diferentes ao deste trabalho, sendo de 0,69%. A variação dos resultados se deve ao fato dos frutos utilizados estarem em diferentes estágios de maturação, pois o estágio de maturação mais avançado, originando frutos com menor acidez. Todos os produtos desidratados apresentaram teores de acidez superior ao fruto *in natura*. Isso se

deve, possivelmente, a liberação de ácidos graxos promovida pela temperatura de secagem, bem como a concentração dos ácidos orgânicos presentes retirada de umidade (20). Segundo Aquino *et al.* (21), a temperatura e tempo de secagem influenciam diretamente na liberação de ácidos graxos.

O valor encontrado para a atividade de água (A_w) da polpa de pequi de 0,64 difere-se ao encontrado Alves (22) de 0,99 e por Pinto (20) de 0,99. Essa discrepância pode ser explicada devido a diferença de umidade relativa em que os frutos se encontravam antes da realização das análises, pois segundo Valério (23), os vegetais tendem a alcançar o equilíbrio em ambientes de alta ou baixa umidade relativa. Segundo Fellows (24), valores de atividade de água acima de 0,60 indicam que a água está livre nas células ou em capilaridades passível de atividade enzimática e desenvolvimento de microrganismos. Assim como a umidade, a atividade de água diminuiu com o processo de secagem, atingindo valores inferiores a 0,34. A diminuição da atividade de água impede o crescimento dos microrganismos. Além disso, reduz a velocidade das reações químicas que ocorrem em um alimento, tanto enzimáticas quanto não enzimáticas, que dependem da quantidade de água disponível (25).

Uma das vantagens do processo de secagem em leito de espuma está na sua boa propriedade de reidratação (24). Essa pode ser verificada através da análise de solubilidade. Tendo como visto o tempo necessário para solubilização, pode-se perceber que as melhores propriedades de solubilidade estão nas farinhas obtidas com adição de 5,0% e 10% de Emustab®, pois necessitaram de menor tempo em agitação para se solubilizarem, o que resulta em melhores propriedades de reidratação.

CONCLUSÕES

É possível verificar que a secagem em leito de espuma para a polpa de pequi em ambos os agentes emulsificantes e concentrações, apresentou boas e vantajosas características físico-químicas. O baixo teor de umidade e atividade de água é uma extrema vantagem para o seu armazenamento e conservação, uma vez que reduzem a capacidade de atividade enzimática e desenvolvimento de microrganismos. Além disso, obtiveram-se farinhas com boa capacidade de solubilidade sendo essa melhor nas amostras obtidas com adição de 5,0% e 10% de Emustab®, pois necessitaram de menor tempo em agitação para se solubilizarem, o que resulta em melhores propriedades de reidratação.

REFERÊNCIAS

1. Moraes RA, Dos Santos AL, Souza HMS, Soares CMS, Silva DL, Martins GAS. Determinação Dos Compostos Fenólicos Totais Em Cascas De Frutas Encontradas No Cerrado Brasileiro. DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins. 2020; 7: 26-33.
2. Reis AF, Schmiele M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. Brazilian Journal of Food Technology. 2019; 22.
3. Silva DG. Secagem em alimentos: uma abordagem teórica [TCC]. Campina Grande: Centro do Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba; 2017.

4. Gomes FP, Resende O, Sousa EP. Secagem de alimentos: uma revisão sobre aplicações. *Revista brasileira de desenvolvimento*. 2022; 8 (2): 12759-12777.
5. Ling M, Sulaiman R. Development of beetroot (*Beta vulgaris*) powder using foam mat drying. *LWT - Food Science and Technology*. 2018; 88: 80-86.
6. IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo; 2008.
7. Astolfi-Filho Z, Souza AC, Reipert ECD, Telis VRN. Encapsulação de suco de maracujá por co-cristalização com sacarose: cinética de cristalização e propriedades físicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2005.
8. Sousa FC, Silva LMM, Sousa EP, Lima AKVO, Figueiredo RMF. Parâmetros físicos e físico-químicos da polpa de pequi. *Revista de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 2012; 6 (1): 12-15.
9. Santos P, Porto AG, Silva FS, Furtado GF. Avaliação físico-química e sensorial do pequi (*Caryocar brasiliensis* Camb.) submetido à desidratação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 2010; 12 (2): 2010.
10. Chitarra AB, Chitarra MIF. Pós- colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. Ed. UFLA; 2005.
11. Soares CT. Secagem da polpa de pequi por liofilização [Dissertação]. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas; 2018.
12. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprovar o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.
13. Araújo FS. Comparação de metodologias para determinação de umidade em produtos lácteos [TCC]. Pombal: Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande; 2015.
14. Gutiérrez AMC. Desidratação de polpa de manga em leite de espuma com e sem intermitência térmica [Dissertação]. São José do Rio Preto: Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2015.
15. Oliveira MS. Identificação de padrões conformacionais em estruturas experimentais e projeto de metaheurísticas para a predição da estrutura tridimensional de proteínas [Monografia]. Porto Alegre: Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2016.
16. Paz JG, Pacheco P, Silva CO, Pascoal GB. Análise da composição nutricional e de parâmetros físico-químicos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) in natura. *Linkania*. 2014; 1 (5).

17. Vera R, Souza ERB, Fernandes EP, Naves RV, Soares Júnior MS, Caliari M, Ximenes PA. Caracterização física e química de frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no estado de Goiás, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2007, 37 (2): 93 – 99.
18. Oliveira MEB, Guerra NB, Maia AHN, Alves RE, Matos NMS, Sampaio FGM, Lopes MMT. Características químicas e físico-químicas de pequis da chapada do Araripe, Ceará. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2010; 32 (1): 114-125.
19. Freitas RCP. Caracterização do processo de secagem em leito de espuma para obtenção de pó de manga ubá [Tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2016.
20. Pinto MRMR. Obtenção de extratos de carotenoides de polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) encapsulados pelo método de secagem em camada de espuma [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2012.
21. Aquino LP, Ferrua FQ, Borges SV, Antoniasse R, Correa JLG, Cirillo MA. Influência da secagem do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na qualidade do óleo extraído. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2009; 29 (2): 354- 357.
22. Alves SB. Estudo teórico e experimental do processo de secagem do Abacate (*Persea americana* Mill.) [Tese]. João Pessoa: Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba; 2014.
23. Valério DB. Avaliação da qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado (*Caryocar brasiliense* camb.) submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas e embalagens; e caracterização de frutos de diferentes genótipos [Dissertação]. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária; 2021.
24. Fellows PJ. *Tecnologia do Processamento de Alimentos. Princípios e Práticas*. 2. Ed. Editora Arthmed: 2006.
25. Rodrigues JRP, Souza APD, Almeida CVM, Gomes SASG, Silva SP. Caracterização físico-química da farinha de semente do mamão (*Carica papaya* L.). *Ciências agrárias*. 2019.

Capítulo 05
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-05
QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS NAS
FARINHAS DO TEGUMENTO E DA AMÊNDOA DE MANGA
VARIEDADE “TOMMY ATKIS”
Patrícia Maria de Araújo Gomes *

**Docente do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais/CCAA/Campus II/UEPB*

**Autor correspondente - Email: patriciagomes@servidor.uepb.edu.br*

RESUMO: A manga (*Mangifera indica* L.) é um fruto com boa aceitação no mercado devido ao sabor e textura agradáveis, no entanto muito deste fruto se perde como resíduos agroindustriais, como a casca e sementes, podendo ser utilizada como base para o desenvolvimento e enriquecimento de produtos alimentícios, minimizando os impactos ambientais causados pelos descartes deste resíduo em locais inadequados. A caracterização dos compostos bioativos na farinha de resíduos da manga é de grande importância para as indústrias alimentícias, pois, permitirá agregar valor a este resíduo, podendo constituir-se em matéria-prima para a extração de substâncias bioativas que podem posteriormente ser incorporadas em alimentos funcionais ou suplementos alimentares. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a farinha do tegumento e da amêndoa de manga da variedade ‘Tommy Atkins’ quanto aos compostos bioativos: flavonoides totais, carotenoides totais, taninos totais, compostos fenólicos totais e ácido ascórbico. As farinhas elaboradas apresentaram baixo teor de umidade, reduzida atividade de água e pH abaixo da neutralidade características que favorecem a sua estabilidade durante o armazenamento e seguras do ponto de vista microbiológico. Além disto, ambas as farinhas se apresentaram como fonte de compostos fenólicos totais, taninos totais, flavonoides totais, carotenoides totais e ácido ascórbico, porém com maior prevalência destes fitoquímicos na farinha da amêndoa, indicando que a semente da manga é economicamente viável para seu aproveitamento, e que as farinhas elaboradas podem ser utilizadas como fonte de compostos bioativos antioxidantes na indústria de alimentos em substituição aos antioxidantes sintéticos, como também em elaboração de alimentos funcionais.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L.; Resíduos Agroindustriais; Alimentos Funcionais; Antioxidantes

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria de alimentos tem direcionado esforços para a inovação e desenvolvimento de produtos que possam atender à demanda crescente por dietas nutricionalmente equilibradas. Esse cenário tem favorecido o consumo de alimentos com propriedades funcionais, de acordo com (1) alimentos funcionais são aqueles que desempenham papel fundamental na redução ou minimização do risco de doenças ou outras condições de saúde, sendo cientificamente reconhecidos como benéficos fisiologicamente.

Além de fornecerem nutrientes essenciais, apresentam compostos bioativos capazes de exercer efeitos benéficos à saúde dos consumidores. Segundo (2) os principais compostos bioativos dos alimentos funcionais são: Fitoquímicos, ácidos graxos, oligossacarídeos e polissacarídeos, prebióticos e probióticos. Nesse contexto, produtos

com alegações funcionais têm se consolidado como uma tendência crescente no mercado alimentício, especialmente entre consumidores que buscam uma alimentação mais saudável. Como resultado, compostos bioativos vêm sendo incorporados como ingredientes em formulações de alimentos funcionais e nutracêuticos (3).

A manga (*Mangifera indica* L.) é um fruto muito apreciado, com boa aceitação no mercado devido ao sabor e textura agradáveis, sendo utilizada em grande variedade de alimentos e produtos. A variedade Tommy Atkins apresenta características adequadas ao processamento e com boa aceitação no mercado nacional e internacional, sendo também uma variedade muito produtiva (4). Como as demais cultivares, é uma fruta rica em sais minerais, vitaminas e constitui-se como importante fonte de fitoquímicos, dentre os quais se destacam os polifenóis, os carotenoides e a vitamina C.

A industrialização da manga gera grandes quantidades de resíduos, constituídos principalmente de sementes e cascas, os quais são descartados de forma inadequada, provocando impactos no meio ambiente, requisitando o desenvolvimento de alternativas que utilizem este resíduo e que agreguem valor aos produtos obtidos. Segundo (5) o resíduo gerado no processamento da manga é uma fonte de nutrientes, além de conter porções significativas de compostos bioativos sendo potenciais fontes naturais dessas substâncias, tornando-o adequado para ser aproveitado em alimentos com propriedades funcionais.

Observando o extenso volume de resíduos produzidos após o processamento industrial da manga e a busca por novas fontes de substâncias antioxidantes naturais, alguns trabalhos foram desenvolvidos visando o aproveitamento dos compostos bioativos a partir de resíduos da manga, a exemplo de (6) que determinou as características antioxidantes e antimicrobianas de compostos fenólicos da casca e da semente de manga, cujos resultados demonstraram que a casca e a semente da manga contêm uma grande quantidade e variedade de compostos fenólicos com alta atividade antioxidante e antimicrobiana.

O beneficiamento do tegumento e da amêndoa da manga, transformando-as em farinhas que podem constituir-se em matéria prima para a extração de substâncias bioativas podendo ser posteriormente incorporadas em alimentos funcionais ou suplementos alimentares, além de ser uma alternativa para adequação de tecnologias para o aproveitamento deste resíduo agroindustrial pouco explorado e uma forma de reduzir os impactos ambientais causados pelos descartes destes resíduos no meio ambiente.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi produzir as farinhas do tegumento e da amêndoa de manga da variedade ‘Tommy Atkins’ e caracterizá-la quanto aos compostos bioativos: flavonoides totais, carotenoides totais, taninos totais, compostos fenólicos totais e ácido ascórbico, demonstrando que a farinha do resíduo da manga pode ser utilizada em uma ampla variedade de aplicações alimentícias e tecnológicas, com alegação de alimento funcional.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi executado no Laboratório de Análises Químicas de Alimentos – LAQA localizado no complexo agroindustrial da Escola Agrícola Assis Chateaubriand - Campus II da UEPB, Lagoa Seca – Paraíba.

Aquisição da matéria-prima

Os frutos de manga variedade Tommy Atkins foram adquiridos na EMPASA (Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas) do município de Campina Grande, PB.

Processamento do tegumento e da amêndoa da manga

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

Processamento das farinhas do tegumento e da amêndoa da manga variedade ‘Tommy Atkins’

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

Determinação das características físico-químicas da farinha do tegumento e da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins

Todas as análises foram realizadas em triplicata, de acordo com as metodologias descritas a seguir:

Umidade

A umidade foi determinada segundo a metodologia descrita pelo (7). Os resultados foram expressos em percentagem (p/p).

Atividade de água

Para determinação da atividade de água foi utilizado o equipamento medidor de atividade de água da marca Aqualab digital.

pH

O pH foi determinado através do método potenciométrico, com um pHmetro, previamente calibrado com soluções de pH 7,00 e 4,00.

Cor

A determinação deste parâmetro deu-se com o auxílio de um colorímetro (Minolta modelo CR400) que utiliza sistema de coordenadas retangulares que definem a cor em termos do valor L*, a* e b*, em que a coordenada L* representa quão claro ou escuro é o material em estudo, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente

branco). A Coordenada a^* pode assumir valores entre -60 a +60, cujos extremos correspondem, respectivamente, ao verde e ao vermelho. A coordenada b^* pode variar de -60 a + 60, cujos extremos correspondem, respectivamente, ao azul e ao amarelo.

Caracterização da farinha do tegumento e da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins em relação aos compostos bioativos

Todas as análises foram realizadas em triplicata, de acordo com as metodologias descritas a seguir:

Flavonoides totais

Para as determinações dos flavonoides seguiu a metodologia de (8), utilizando etanol-HCL 1,5 mol/L como padrão. As leituras foram realizadas no comprimento de onda de 374 nm. Os resultados foram expressos em mg por 100 gramas da amostra.

Compostos fenólicos totais

A quantificação de compostos fenólicos totais foi determinada a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por (9), utilizando ácido gálico como padrão. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 765 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por 100 g de amostra.

Carotenoides totais

A determinação de carotenoides totais foi realizada de acordo com (10), com modificações, utilizando acetona a 80% como padrão. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g/g}$.

Taninos totais

Determinação de taninos foi feita utilizando ácido tânico como padrão, sendo determinado em espectrofotômetro digital (Biopectro SP-220) a 765 nm (11). Os resultados foram expressos em mg de ácido tânico por 100 g de amostra.

Ácido ascórbico

Foi determinado por método titulométrico, utilizando 2,6 diclofenol indofenol (12) e os resultados foram expressos em mg por 100g.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1., apresenta os valores médios dos parâmetros físico-químicos determinadas para a farinha do tegumento e da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos das farinhas do tegumento e da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins

Determinação	FTT	FAT
Umidade (%)	8,333 $\pm$ 0,02	8,913 $\pm$ 0,05
A_w (25°C)	0,589 $\pm$ 0,05	0,446 $\pm$ 0,03
pH	5,060 $\pm$ 0,02	5,133 $\pm$ 0,03
Luminosidade (L)	64,253 $\pm$ 0,02	62,336 $\pm$ 0,02

Intensidade de vermelho (+a)	2,503 $\pm$ 0,03	2,536 $\pm$ 0,03
Intensidade de amarelo (+b)	19,130 $\pm$ 0,03	17,416 $\pm$ 0,03

*Cada valor representa a média e o desvio padrão de três repetições; FTT – Farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; FAT – Farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins.

Analisando a Tabela 1. observa-se que as farinhas do tegumento e da amêndoa da manga variedade Tommy Atkins apresentaram um teor de umidade de 8,33 e 8,91% respectivamente, valores dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira para farinhas, amidos de cereais e farelos, que permite um máximo de 15% (g/100 g) (13). Esse valor é inferior ao relatado por (14), que encontraram um teor de umidade de 7,97% ao analisar a farinha da amêndoa da manga e próximo ao determinado por (15) que foi de 8,17% para a farinha da casca da manga variedade Tommy Atkins. O baixo teor de umidade pode favorecer a estabilidade do produto durante o armazenamento, reduzindo a atividade de microrganismos deteriorantes.

Verifica-se que a farinha do tegumento (FTT) para o parâmetro atividade de água, apresentou resultado superior ao verificado por (16) que obteve um valor de atividade de água de 0,366 para a farinha da casca de manga variedade Tommy Atkins. A farinha da amêndoa apresentou atividade de água, de 0,444, valor próximo foi verificado por (17) para a farinha da casca de manga que foi de 0,41. Esses resultados indicam que as farinhas apresentaram baixa atividade de água, o que reduz o risco de proliferação microbiana, contribuindo para maior estabilidade e vida útil do produto. Dessa forma, a baixa Aw pode favorecer a incorporação da farinha em formulações alimentícias sem comprometer sua conservação.

Os valores do pH das farinhas (FTT e FAT) foram inferiores ao medido por (18) que apresentou pH de 4,54 na farinha da casca de manga Tommy Atkins e na farinha da amêndoa da manga e ao verificado por (19) para a farinha da polpa de manga com casca da variedade Tommy Atkins. O valor de pH observado na FTT e FAT favorece a sua conservação garantindo maior estabilidade ao produto elaborado, evitando o surgimento de microrganismos indesejados.

Na análise de cor o valor L* expressa a luminosidade da amostra e varia de 0 a 100 sendo que quanto mais próximo de 100 mais clara é a amostra e quanto mais distante, mais escura. Para o parâmetro luminosidade (L* = 64,253 e L* = 62,336) observa-se que a farinha da amêndoa da manga é um pouco mais escura do que a farinha do tegumento, fato atribuído ao valor inferior do parâmetro L* na (FAT), resultados inferiores ao determinado por (15) que foi de L* = 70,75 para a farinha da casca da manga indicando ser uma farinha mais clara do que as encontrada neste estudo. A escala do parâmetro a* varia do índice de saturação verde (-) ao vermelho (+) e com relação ao parâmetro b* valores positivos, indica que está dentro da escala da intensidade de amarelo (+b*). Nas duas farinhas FTT e FAT notou-se predominância na intensidade da cor amarela (b*) sobre a cor vermelha (a*). Resultado semelhante foi verificado por (14) ao avaliar a coloração na farinha da amêndoa da manga.

Os valores médios para os compostos bioativos da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga 'Tommy Atkins' estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos biocompostos nas farinhas do tegumento e da farinha da amêndoa de manga da variedade Tommy Atkins.

Determinação	FTT	FAT
Compostos Fenólicos Totais (mg de EAG*/100g)	54,597±0,61	3453,98±0,03
Taninos Totais(mg de EAT**/100g)	102,443± 0,12	7867,98±0,02
Carotenóides (mg/g)	0,781±0,55	1,459±0,05
Flavonóides(mg/100g)	2,968±0,02	35,9898±0,03
Ácido Ascórbico (mg/100g)	2,21±0,257	1,82±0,18

*EAG – Equivalente ácido gálico; **EAT – Equivalente ácido tânico; Cada valor representa a média e o desvio padrão de três repetições; FTT – Farinha do tegumento da manga Tommy Atkins; FAT – Farinha da amêndoa da manga Tommy Atkins.

Observa-se na Tabela 2. que o teor de compostos fenólicos totais da farinha do tegumento (FTT) foi bem inferior ao da farinha da amêndoa (FAT), conforme (20) os fatores externos como o tipo de solo, condições climáticas, métodos de extração e as condições de secagem interferem diretamente na transformação ou degradação dos compostos fenólicos do material. A FTT apresentou resultados inferiores aos encontrados por (21) em farinha da casca da manga que foi de 83,72 mg de EAG/g. O valor determinado na farinha da amêndoa foi superior ao reportado por (22) que analisaram extrato da farinha da amêndoa pelo método de maceração, cujo valor encontrado foi de 451,32 mg de EAG/g. Percebe-se que, tanto a parte do fruto, variedade e a forma de extração alteram consideravelmente a quantificação de compostos fenólicos totais, como evidenciado neste estudo.

Para os teores de taninos totais, foram observados 102,43 mg EAT/100g para FTT, valores superiores aos determinados por (19), que foi de 0,67 mg EAT/100g farinha de polpa de manga com cascas. Para os teores de taninos totais determinados nas farinhas da amêndoa (FAT) o valor foi inferior ao relatado no estudo realizado por (23) quando avaliaram a farinha da amêndoa da manga variedade espada observando teores de taninos totais de 8.228,361 mg EAT/100g,. (19) ressaltam que taninos, em pequenas quantidades em frutos, conferem-lhes características sensoriais desejáveis. No entanto, quantidades maiores conferem adstringência aos alimentos. Pode-se afirmar que a FAT possui teor elevado de taninos totais, portanto, provavelmente apresenta atividade antioxidante.

Os teores de carotenoides totais encontrados para a farinha do tegumento da manga (FTT) foi inferior ao determinado por (24) que determinaram 55,20 mg/100g para a farinha da casca da manga variedade Tommy Atkins. O teor de carotenoides totais encontrado na farinha (FAT) foi superior ao determinado por (25), ao analisarem a farinha de resíduos agroindustriais de manga que observaram 721,45 µg/100g, estando acima dos valores observados neste trabalho. A diferença nos valores obtidos pode estar relacionada com a matéria prima uma vez que os autores quantificaram estas moléculas apenas nas cascas, devendo também ser considerada as condições edafoclimáticas em que a matéria prima foi obtida.

O teor de flavonóides determinados na farinha do tegumento (FTT) foi inferior ao obtido na farinha da cascas da manga tomy atkins, que foi de 120,73 mg/100g de amostra, quantificado por (21). O teor de flavonoides observado na farinha da amêndoa da manga (FAT) foi superior ao encontrado por (26), que detectaram um teor de 56,80 mg/100g na farinha desengordurada da amêndoa da manga. Estudos afirmam que os fatores externos como o tipo de solo, condições climáticas, de extração e as condições de secagem do material interferem diretamente na transformação ou degradação dos compostos fenólicos.

No que se refere ao ácido ascórbico tanto a farinha do tegumento quanto a farinha da amendoa da manga os valores foram inferiores ao encontrado por (27), que foi de 179,98 mg/100g para a farinha da casca da manga e 102,06 mg/100g para a farinha da amêndoa da manga respectivamente. Apesar deste valor ser baixo em relação ao teor de vitamina C pode-se afirmar que esta farinha pode ser utilizada como fonte complementar deste nutriente, vale ressaltar que alguns fatores podem alterar o valor do ácido ascórbico do produto, como por exemplo, diferenças na variedade estudada, métodos analíticos utilizados para a quantificação e o processamento, este último principalmente, uma vez que essa vitamina é bastante termossensível.

CONCLUSÃO

As farinhas do tegumento e da amêndoa de manga da variedade ‘Tommy Atkins’, apresentaram baixo teor de umidade, baixa atividade de água e pH abaixo da neutralidade características que favorecem a sua estabilidade durante o armazenamento e seguras do ponto de vista microbiológico. Além disto, ambas as farinhas apresentaram como fonte de compostos fenólicos totais, taninos totais, flavonoides totais, carotenoides totais e ácido ascórbico, porém com maior prevalência destes fitoquímicos na farinha da amêndoa, indicando que a semente da manga é economicamente viável para seu aproveitamento, visando à redução do descarte inadequado e que as farinhas elaboradas podem ser utilizadas como fonte de compostos bioativos antioxidantes na indústria de alimentos em substituição aos antioxidantes sintéticos, como também em elaboração de alimentos funcionais.

REFERÊNCIAS

1. Southee R, Haroon S, Ebrahiminejad A, Ghasemi Y, Berenjian A, Novel functional fermented dairy product rich in menaquinone-7. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, p. 7, 31–35, 2016.
2. RAIA RZ, Potencial funcional de farinhas de resíduos agroindustriais na formulação de iogurtes e bebidas lácteas: uma revisão de literatura. *Food Science Today* 3 (1), 82-88, 2024.
3. Lopes GA, Avaliação de compostos bioativos e antioxidantes em suco de frutas vermelhas suplementado com própolis verde. 2020. 80 f. Dissertação (mestrado em saúde e nutrição) - escola de nutrição, universidade federal de ouro preto, ouro preto, 2020.

4. Melo EA, Araújo CR, Mangas das variedades espada, rosa e tommy atkins: Compostos bioativos e potencial antioxidante. Semina: Ciências agrárias, v. 32, n. 4, Londrina, 2011.
5. Marques A, Chicaybam G, Araujo MT, Manhães LRT, Sabaa-srur, AUO, Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*mangifera indica* l.) cv. Tommy atkins. Revista brasileira de fruticultura, v.32, n.4, p.1206-1210, 2010.
6. Kulieva VT, Dioses SA, Martinez EH, Phenolic compounds of mango (*mangifera indica*) by-products: Antioxidant and antimicrobial potential, use in disease prevention and food industry, methods of extraction and microencapsulation. Scientia agropecuaria, trujillo, v. 12, n. 2, p. 283-293, abr. 2021.
7. IAL - Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Iv - edição. Brasília: Ministério da saúde, 2005.
8. Francis FJ, **Analysis of anthocyanins**. In: Markakis, p. (ed.). Anthocyanins as food colors. New york: Academic press, 1982. P.181-207.
9. Waterhouse A, Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American journal of enology and viticulture**, p.3-5, 2006.
10. Lichtenthaler HK, **Chlorophylls and carotenoids**: Pigments of photosynthetic biomembranes. In: Packer, l.: Douce, r. (eds.). Methods in enzymology. London, v.148, p.350-382, 1987.
11. Goldstein JL, Swain, t. Changes in tannis in ripening fruits. Phytochemistry, v. 2, p. 371-383, 1963.
12. AOAC - Official of analysis of the association of official analytical chemists. 15.ed. Washington: Aoac, 1990.
13. Brasil. Ministério da saúde. Agência de vigilância sanitária. Resolução nº 263 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário oficial da união, Brasília, df, 23 de setembro de 2005.
14. Ramos SA.; Pereira RD.; Andressa I, Schmiele M, Amaral TN, Desenvolvimento de cookies com coprodutos de frutas. Research, society and development, v. 9, n. 10, p. E5799108918, 2020.
15. Rybka ACP, Lima AS, Assur RCR, Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. Enciclopédia biosfera, v.15 n.27; p. 12-21 2018.
16. Isidoro, M, Produção de farinha de casca e polpa de frutos de cultivares de mangas e aplicação em formulações de cookies e massas alimentícias. 2022. Dissertação. Universidade estadual paulista “júlio de mesquita filho”, botucatu, 2022.

17. Galhardo CS, Elaboração de biscoito sem glúten com farinha da casca de manga. 2019. Trabalho de conclusão de curso (graduação em tecnologia em alimentos). Universidade tecnológica federal do paraná, medianeira, 2019.
18. Braga BA, Carvalho SA, Souza AO, Avaliação físico-química e da qualidade microbiológica de farinhas produzidas a partir de resíduos agroindustriais. Higiene alimentar. V. 27, p. 3871-3875, 2013.
19. Andrade GAV, Ribeiro JS, Souza CCE, Figueiredo RM, Zanuto ME, Caracterização química, teor de compostos bioativos e atividade antioxidante da farinha de manga “tommy atkins”. Revista brasileira de agrotecnologia. Abr/jun 2021, v.11, n.2, p. 915-921.
20. Fidelis M, Carmo MAV do, Cruz TM da, Azevedo L, Myoda T, Furtado MM, Marques MB, Sant'Ana AS, Genovese MI, Oh WY, Wen M, Shahidi F, Zhang L, Franchin M, Alencar SM de, Luiz Rosalen P, Granato D. Camu-camu seed (*Myrciaria dubia*) – From side stream to an antioxidant, antihyperglycemic, antiproliferative, antimicrobial, antihemolytic, anti-inflammatory, and antihypertensive ingredient. Food Chemistry. 2020; 310 1-14.
21. Chagas EGL Das; Garcia VAS, Silva LCB, Vanin FM, Carvalho RA, farinha de casca de manga: Propriedades tecnológicas e perfil de compostos fenólicos. [Editora científica digital](#), 2020.
22. Candeias VMS, Souza MO, Determinação do composto fenólico e do potencial antioxidante do óleo/extrato da amêndoa do caroço da manga da região submédio do vale do são francisco aplicando diferentes técnicas de extração. In: Xiv jornada de iniciação científica e inovação tecnológica, viii jornada de trabalhos de extensão e vii jornada de iniciação a docência do if sertão, floresta, pe, 2019.
23. Gomes PMA, Primo DMB. Determinação dos compostos bioativos nas farinhas dos tegumentos e das amêndoas de manga ‘espada’ in: Azer do, g. A.; sant'ana, a. M. da S Carvalho, C. T.; Silva, E.P.; Brito, i. L.; Sousa, y. R. F. (org). Livro do ii encontro on line do técnico em nutrição. Bananeiras: Ufpb, 301 a 304, 2021.
24. Silva LC.; Silva MV. Da. Subproduto desidratado da manga (*mangifera indica* l): Proposição para produção de biscoitos. **Revista brasileira de produtos agroindustriais**, v.17, n.3, p.251-262, 2015.
25. Moreno JS. Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies. 2016. 81p. Dissertação (pós-graduação em engenharia e ciência de alimentos). Pós- graduação em engenharia e ciência de alimentos da universidade estadual do sudoeste da bahia, bahia-ba.
26. Melo PEF, [Silva APM. da](#); [Brito ES de](#); [Souza Filho MD](#); [Lima JR](#); [Azeredo HMC](#). [Amêndoas de sementes de manga como fonte de compostos químicos para filmes ativos   base de amido](#). Fortaleza: Embrapa agroindústria tropical, 2021. (embrapa agroindústria tropical. Comunicado técnico, 269)

27. Láscaris MPS, Leite JV, Nunes TP, Moreira JJS, Brito BSN, Pagani AAC, Abud AKS, Oliveira Junior, AM, Extração, caracterização, atividade antioxidante e antimicrobiana de resíduos de manga (tommy atkins). Research, society and development, v. 9, n.10, 2020.

Capítulo 06
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-06
ANÁLISE DA ROTULAGEM DE CHOCOLATES E
ACHOCOLATADOS EM PÓ DE DIFERENTES MARCAS
ENCONTRADAS EM 3 MUNICÍPIOS DA REGIÃO NOROESTE
DO ESTADO DO CEARÁ AVALIADAS POR DE APLICATIVO

Felipe Costa de Souza *; Livia Cotrin Rodrigues ; Elizabete Ferreira da Silva ; Ana Aline Vasconcelos Marinho ; Antônia Tágila da Silva Holanda ; José Igor Pereira da Silva ; Mirla Dayanne Pinto Farias 

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

RESUMO

O chocolate é um dos produtos mais antigos e muito versátil, sendo o Brasil um dos maiores produtores e consumidores de cacau. Além dos chocolates, o achocolatado em pó tem grande destaque no setor industrial, primeiro por ser tradicionalmente consumido no café da manhã e segundo por ser inserido na alimentação de crianças logo cedo. Visto isso, esse trabalho buscou analisar a qualidade destes produtos de diferentes marcas e tipos comercializados em supermercados da Região Norte do Estado do Ceará. Neste estudo foram analisados ao todo 22 rótulos de chocolates e achocolatados em pó em três municípios da Região Noroeste do Estado do Ceará, analisando os pontos positivos e negativos ao escanear o código de barras pelo aplicativo e avaliando os produtos de 0 a 100 pontos. Os resultados revelaram uma variedade de composição, tendo destaque para ingredientes não essenciais, açúcar adicionado e aditivos. Conclui-se que os rótulos para chocolates em pó mostraram-se com menos uso de aditivos e níveis controlados de sódio e gordura saturada, entretanto ainda havia excesso de açúcar, prejudicando as notas obtidas. Diferentemente dos chocolates em pó, os achocolatados mostraram-se com excesso de ingredientes não essenciais, açúcar adicionados e aditivos, necessitando que haja reformulação dos produtos para reduzir ingredientes prejudiciais. Outra ressalva é sobre o aplicativo, na qual pode ser utilizado para melhorar o entendimento na compra destes produtos.

Palavra-Chave: Aditivos alimentares; alimentos processados; aplicativo de avaliação alimentar; rotulagem nutricional;

INTRODUÇÃO

O chocolate é um dos produtos mais antigos das civilizações da América Central e América do Sul, possuía prioridades para fins medicinais, em que o sabor do cacau foi aprimorado com açúcar e leite, levando à sua alta presença de mercado em diversos setores alimentícios (1).

Além disso, é um produto muito versátil, e pode ser apresentado de diversas formas, como cobertura, recheio, consistência e formato variados. Segundo a RDC nº264, de 22 de setembro de 2005, chocolate é definido como o produto obtido a partir da mistura

de derivados de cacau, massa de cacau, cacau em pó e/ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo 25% de sólidos totais de cacau (2).

O Brasil, é um dos maiores produtores de cacau, com produções principalmente na região sudeste do estado da Bahia, devido ao solo e ao clima favorável. E além de ser um grande produtor, também é um grande consumidor (1), em 2022, obteve o consumo de 3,6 Kg/per capita, contra 3,2 Kg/per capita em 2021. A indústria de chocolate registrou em 2022, uma crescente de 11,43% na produção quando comparado com o mesmo período de 2021 (3).

Além dos chocolates, tem destaque os achocolatados em pó, que são tradicionalmente consumidos nas primeiras refeições do dia (3). São produtos alimentícios em pó, comumente consumidos na forma de bebida, possui ingredientes à base de cacau em pó e outros ingredientes. Em geral, apresentam agentes de corpo como açúcar e maltodextrina, agentes saborizantes, ingredientes lácteos, emulsificantes, dentre outros componentes. É importante ressaltar, que não há Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para a categoria de achocolatados, e por conta disso é visto uma ampla variedade desse produto no mercado (4).

Os achocolatados são produtos inseridos na dieta regular das crianças devido ao valor nutritivo e praticidade no preparo, e podem ser combinados com outros produtos como pães e bolos, por exemplo. Ademais, são de fácil acesso e possuem preços atrativos, estando presente em 88,7% dos lares na versão de achocolatado em pó (3).

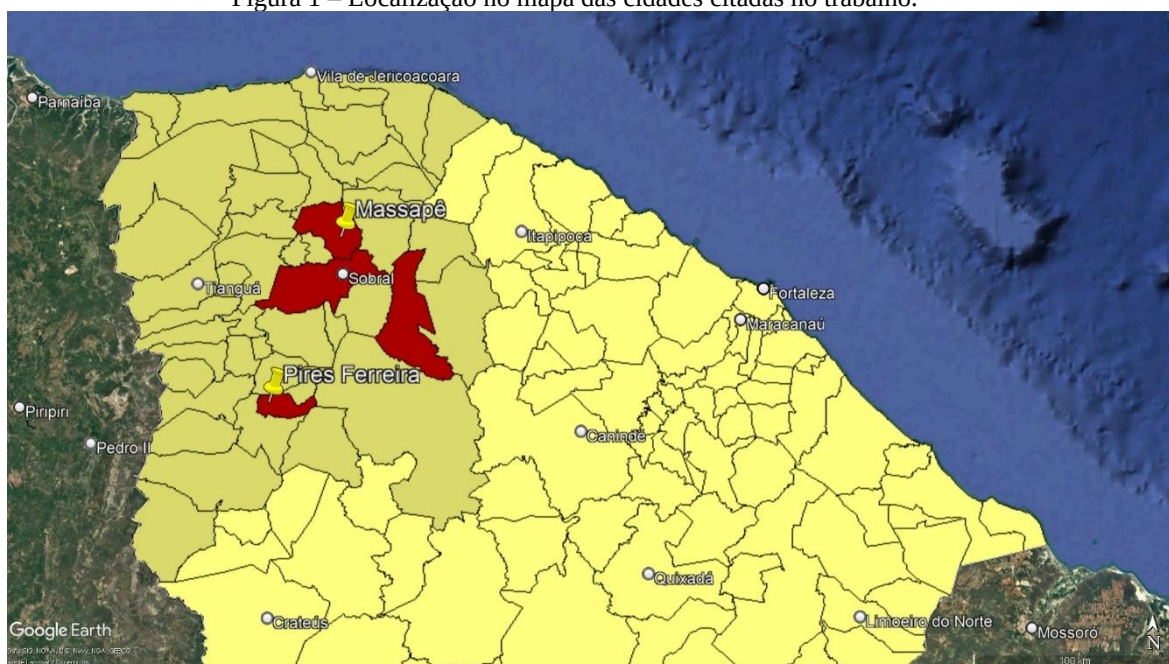
O setor industrial apresenta crescente competitividade (4). Segundo uma pesquisa sobre a preferência dos consumidores por marcas de achocolatado em pó, duas marcas lideram o mercado brasileiro com 60% de preferência. Em um mercado altamente competitivo e com economias em ascensão, é crucial que as organizações mantenham seus processos alinhados como estratégia para se destacar entre os concorrentes (5).

Assim, ao analisar o cenário atual e havendo a grande variedade de chocolates e achocolatados em pó, esse trabalho buscou analisar a qualidade destes produtos de diferentes marcas e tipos comercializados em supermercados da Região Norte do Estado do Ceará, utilizando o aplicativo *Desrotulando*, para avaliar os pontos positivos e negativos destes produtos.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foi identificado cinco rótulos de chocolates em pó e dezessete rótulos de achocolatados em pó, que eram comercializadas em mercados dos três municípios do Estado do Ceará (Sobral, Massapê e Pires Ferreira), sendo três unidades comerciais em Sobral, duas unidades em Massapê e uma unidade em Pires Ferreira, para assegurar uma análise abrangente dos itens ofertados na região (Figura 1).

Figura 1 – Localização no mapa das cidades citadas no trabalho.



Amarelo Claro: Limites territoriais do Estado do Ceará; Amarelo Escuro: Limite da mesorregião noroeste Cearense; Vermelho: Cidades citadas no trabalho (Sobral, Massapê e Pires Ferreira). Fonte: Google Earth, 2025.

Em seguida foi realizado a seleção das amostras que levou em consideração a diversidade de marcas, tipos e características dos achocolatados encontrados. Por fim, a avaliação dos rótulos foi realizada com o auxílio do aplicativo intitulado *Desrotulando*, disponível em uma versão gratuita, que identifica informações ao escanear o código de barras do produto desejado para análise, oferecendo informações como os ingredientes, a tabela nutricional e comentar sobre possíveis agentes nocivos. O aplicativo também vai avaliar os produtos com notas de 0 a 100 e os classifica em faixa de cores, 0 a 29 vermelho, 30 a 49 laranja, 50 a 69 amarelo, 70 a 89 verde e 90 a 100 verde mais escuro junto deles um emoji do triste ou feliz (Figura 2).

Figura 2: Cores e emojis avaliativos do aplicativo *Desrotulando*



Fonte: Aplicativo *Desrotulando*.

Para ter maior proximidade com aquilo oferecido para o público, foram visitadas seis unidades comerciais. Onde a equipe de pesquisa buscou ir presencialmente nos supermercados, realizando as análises como consumidores comuns.

Com relação à amostragem, ao todo foram analisados vinte e dois produtos diferenciados por marcas e tipos como: Light, tradicional e porcentagem de cacau (30%,

33%, 35%, 50%, 60% e 70%). Para preservar a confidencialidade, as denominações das marcas e fabricantes foram omitidas e substituídas por codificação (Tabela 1).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os resultados obtidos pelo aplicativo, foi possível avaliar diversas marcas e variáveis tanto dos achocolatados quanto dos chocolates em pó. Observando-se a identificação dos produtos analisados na tabela 1.

Tabela 1 – Identificação dos achocolatados e chocolates em pó analisados.

CHOCOLATES EM PÓ		
Tipos	Marcas	Quantidade de Rótulos
Tradicional	F _t	1
33% Cacau	I ₃₃	1
50% Cacau	J ₅₀	1
70% Cacau	K ₇₀ , I ₇₀	2
TOTAL	4	5
ACHOCOLATADOS EM PÓ		
Tradicional	A _t , B _t , C _t , D _t , E _t , F _t , G _t , H _t	11
Light	B _L	1
Cápsula	E _C	1
30% Cacau	A ₃₀	1
33% Cacau	A ₃₃	1
35% Cacau	C ₃₅	1
60% Cacau	A ₆₀	1
TOTAL	8	17

As letras minúsculas e números indicam se a amostra é classificada como tradicional, light, 30% cacau, 33% cacau, 35% cacau, 50% cacau, 60% cacau e 70% cacau.

Observa-se, a seguir, na figura 3, os dados coletados dos produtos pelo aplicativo para chocolates em pó.

Figura 3 – Dados dos produtos coletados pelo aplicativo para chocolates em pó.

CHOCOLATES EM PÓ								
Marca	Ponto (s) positivo (s)	Gordura Saturada	Aditivos	Ingrediente não essencial	Sódio	Açúcar Adicionado	Adoçante	Nota
F _t	-	Zero	Contém 1	-	Zero	Muito Alto	-	60
I ₃₃	-	Baixo	Contém 1	-	Baixo	Muito Alto	-	60
I ₇₀	-	-	Zero	-	Zero	Muito Alto	-	67
J ₅₀	Contém fibra e cacau em boa quantidade	-	Contém 1	-	-	Muito Alto	-	62
K ₇₀	-	-	-	-	-	Muito Alto	-	67

Legenda: As letras minúsculas e números indicam se a amostra é classificada como tradicional, light, 30% cacau, 33% cacau, 35% cacau, 50% cacau, 60% cacau e 70% cacau.

Analisou-se chocolates em pó para que fosse feita uma comparativa desses diferentes produtos, resultados apresentados na figura 3, e observou-se que todas as marcas e tipos analisados apresentaram notas medianas, tendo somente um ou zero aditivos, o mesmo se repetindo com gordura saturada e com os níveis de sódio, havendo apenas um ponto crítico que possivelmente foi sua quantidade de açúcar que mostraram valores muito alto, que se não fosse por isso, possivelmente as notas ficariam entre 70 e 89, tendo assim nível verde. Estes resultados reforçam que as diretrizes mencionadas na RDC nº 429/2020 (6) são de importância para que as informações sejam concisas e claras para o consumidor, tornando-se assim, uma política pública de educação nutricional para a população.

Observa-se na figura 4 os resultados obtidos para as amostras de achocolatado em pó.

Figura 4 - Resultados obtidos das amostras de achocolatado em pó.

ACHOCOLATADO EM PÓ								
Marca	Ponto (s) positivo (s)	Gordura Saturada	Aditivos	Ingrediente não essencial	Sódio	Açúcar Adicionado	Adoçante	Nota
A _t	-	-	Contém 2	Contém	-	Alto	-	40
A ₃₀	Fibras	-	Contém 1	-	-	Razoável	-	66
A ₃₃	-	-	Contém 2	Contém	-	Alto	-	40
A ₆₀	-	Baixo	Contém 4	Contém	Razoável	Razoável	-	44
B _t	-	Baixo	Contém 2	Contém	Razoável	Alto	-	38
B _l	-	-	Contém 4 (2 com preocupação)	Contém	Razoável	Razoável	Contém (Artificial)	12
C _t	-	Zero	Contém 2	Contém	Razoável	Próximo de Alto	-	40
C ₃₅	-	-	Contém 5 (2 com preocupação)	Contém	-	-	Contém (Artificial)	22
D _t	-	-	Contém 2	Contém	Razoável	Alta	-	40
E _{t1}	-	Zero	Contém 2	Contém	-	Próximo de Alto	-	45
E _{t2}	-	Próximo de Alto	Contém 6	Contém	-	-	Contém (Artificial)	27
E _c	-	Razoável	Contém 6	Contém	Razoável	Razoável	Contém (Artificial)	13
F _{t1}	-	Baixa	Contém 2	Contém	Baixa	Alto	-	45
F _{t2}	-	Zero	Contém 2	Contém	Zero	Alto	-	45
F _{t3}	-	Zero	Contém 2	-	Zero	Alto	-	45
G _t	-	Zero	Contém 2	Contém	Razoável	Alto	-	45
H _t	-	-	Contém 4 (1 com preocupação)	Contém	-	Razoável	Contém (Artificial)	23

Legenda: As letras minúsculas e números indicam se a amostra é classificada como tradicional, light, 30% cacau, 33% cacau, 35% cacau, 50% cacau, 60% cacau e 70% cacau.

As amostras analisadas na figura 4 apresentaram em sua composição açúcar, ingredientes não essenciais e os aditivos. O sódio e açúcar adicionados foram ressaltados no aplicativo mensurando suas quantidades e apontando quais são os pontos positivos e negativos. Algumas marcas apresentaram alguns produtos ou ingredientes que podem ser nocivos à saúde, sendo eles ciclamato de sódio e acessulfame de potássio. Tais componentes foram observados na lista de ingredientes como preocupantes pelo aplicativo.

De acordo com Santiago e Dayana (7), o ciclamato de sódio não é eliminado de forma definitiva, podendo ser metabolizado como ciclohexilamina e diciclohexilamina, considerados altamente tóxicos, podendo alterar os níveis de glicose no sangue e causar alterações na histologia dos órgãos. Além disso, há existência de estudos que comprovam possível potencial carcinogênico e hepatotoxicidade (8). No Brasil, o limite máximo permitido é de 1.250 mg/kg, estabelecido na IN nº 211, de 01/03/2023, e seu uso em cápsulas gelatinosas, comprimidos, cápsulas e drágeas, com exceção das formas mastigáveis ou sublinguais, não é permitido (9).

Assim como o ciclamato de sódio, o acessulfame de potássio também se mostrou como outro ingrediente preocupante. Segundo Alves e Queiroz (10), o ingrediente apesar de não ser metabolizado pelo homem, é praticamente eliminado de maneira rápida pela urina. Entretanto grandes dosagens de acessulfame pode apresentar sabor amargo e adstringente, apesar de ser considerado seguro, em casos de excessiva ingestão e longa exposição, pode causar danos às células de DNA e causar alterações neurológicas. Sendo proibida seu uso em cápsulas, cápsulas gelatinosas, comprimidos e drágeas, exceto em

formas mastigáveis ou sublinguais e tendo o limite máximo permitido de 5000 mg/kg (11).

Os achocolatados avaliados na figura 4, em sua maioria apresentaram nota na faixa laranja, tendo resultados semelhantes como zero ou baixa quantidade de gordura saturada, de 2 a 4 de aditivos, contendo ingrediente adicional, com níveis razoáveis a zero de sódio e com altos níveis de açúcar ou próximo disso, enquanto isso há marcas e tipos que ficaram na margem do vermelho, ganhando essa nota porque eles apresentam maior quantidade de aditivos ou aditivos que é preciso precaução, além de terem adoçante artificial em sua composição para que os níveis de açúcar fiquem em nível razoável. Encontrou-se somente um tipo de achocolatado que apresentou nota mediana (amarelo) contendo apenas 1 aditivo, razoável nível de açúcar e acredita-se que o que mais alavancou sua nota foi a presença de fibras, isso podendo ser confirmado em outro produto que também apresenta características semelhantes.

Nesse viés, percebe-se que os produtos com menores notas foram aqueles com grande quantidade de aditivos ou que apresente alguns com riscos, além do uso de adoçantes artificiais, enquanto os demais não apresentavam ou não tinham essa quantidade de ingredientes e obtiverem notas melhores, podendo assim criar uma ideia do que o aplicativo considera benéfico e maléfico, podendo ainda saber do porquê desse resultado.

CONCLUSÃO

Assim, nota-se que a análise dos rótulos de chocolates em pó, observou-se menor uso de aditivos e níveis controlados de sódio e gordura saturada, mas o excesso de açúcar ainda prejudicou as notas, que ficaram majoritariamente medianas.

No comparativo com os achocolatados em pó comercializados nos municípios de Sobral, Massapê e Pires Ferreira, no estado do Ceará, revelou uma diversidade significativa de composições, com destaque para a presença de ingredientes não essenciais, açúcar adicionado e aditivos. Produtos com menores quantidades de aditivos e presença de fibras alcançaram avaliações melhores, embora o açúcar permaneça um ponto crítico.

Os resultados reforçam a importância da legislação, que exige rotulagem clara para informar o consumidor, destacando açúcares e aditivos. Conclui-se que a reformulação dos produtos é necessária para reduzir ingredientes prejudiciais, e incentivar escolhas alimentares mais saudáveis, alinhadas às recomendações de saúde pública. O uso do aplicativo se mostra útil nesse processo, ao auxiliar consumidores em decisões mais conscientes induzindo para uma alimentação mais equilibrada.

REFERÊNCIAS

1. Carvalho, R. M. Análise da relação entre a composição química do chocolate e suas propriedades reológicas [Monografia]. Vila Velha: Instituto Federal do Espírito Santo - IFES; 2023 [citado 21 de mar. de 2025]. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/4679>.
2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BR). Resolução RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 09 out. 2020.

3. Tavares, W. M. Produção de achocolatado em pó instantâneo [Monografia]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN; 2024 [citado 21 de mar. de 2025]. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/61302>.
4. Bonimcontro, H. R. Melhoria de processo na indústria de alimentos: otimização de setup na produção de achocolatado [Monografia]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista – UNESP; 2024 [citado 25 de mar. de 2025]. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/259605>.
5. Costa, D. C. Relatório tecnológico de proposição de solução e melhoria do processo de produção de achocolatado em pó [Monografia]. Indaiatuba: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - CPS; 2023 [citado 25 de mar. de 2025]. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/17273>.
6. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BR). Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 09 out. 2020.
7. Sarmiento Morales, Dayana, D. & Morales Ballesteros, Henry Santiago, H. Efectos causados en la salud por el uso de colorante tartrazina y el edulcorante ciclamato de sodio en la industria alimentaria y su relación con la bioética. [Monografia]. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas; 2020. [citado: 30 de set. de 2025]; Disponível em: <http://hdl.handle.net/11349/26029>
8. Klosowski, D. C. A e Braguini, W.L. Sacarina/ciclamato de sódio e sacarose modificam o comportamento de planárias. *In*: Cordeiro, C. A. M. e Evangelista-Barreto, N. S. Ciência e Tecnologia de Alimentos: O avanço da ciência no Brasil - Vol 2. Guarujá: Editora Científica Digital; 2022. P. 239-253.
9. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BR). Instrução Normativa nº 211, de 1 de março de 2023. Estabelece as funções tecnológicas, os limites máximos e as condições de uso para os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos. Diário Oficial da União. 02 mar 2023; Seção 1.
10. Alves, A.; Queiroz, E de. S. Aditivos alimentares: funções, aplicações e riscos para a saúde humana. Engineering Sciences [Internet]. 19º de junho de 2023 [citado 15 de abr. de 2025];11(1):36-43. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/engineeringsciences/article/view/8232>
11. Santo, T.S., Costa, L.M., Silva, A. R. C. S. Prevalência de aditivos alimentares em produtos industrializados e a tendência clean label. Segur. Aliment. Nutr. [Internet]. 18º de outubro de 2023 [citado 15 de abr. de 2025]; 30(00): 1-12. e023022. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8670219>

Capítulo 07
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-07
AValiação Toxicológica do Fruto *Inga laurina* Willd
em Culturas Celulares in Vitro

**Déborah Cristina Barcelos Flores Righi ^{1*}; Anelise Pigatto Bissacotti ¹;
Daniele Rubert Nogueira Librelotto ²; Luciana Filippin Cossetin ²; Flávia
Michelon Dalla Nora ¹; Claudia Severo da Rosa ¹**

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Avenida Roraima, 1000, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Farmácia Industrial, Avenida Roraima, 1000, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

**Autor correspondente – Email:deborahbflores@gmail.com*

Resumo: O fruto *Inga laurina* Willd., destaca-se por seu perfil fitoquímico rico em compostos bioativos e nutracêuticos; contudo o seu perfil toxicológico requer investigação. O objetivo deste estudo foi avaliar a toxicidade *in vitro* em culturas celulares das frações do Ingá. Os frutos foram selecionados e separados nas frações casca e polpa, e sementes. Em seguida, realizou-se a pré-secagem das amostras a 45 ± 5 °C por 48 h. Após, foram realizados os testes de toxicidade celular, através da linhagem celular não tumoral 3T3 na faixa de concentração de 31 a 500 µg/mL, além da análise da atividade hemolítica (eritrócitos humanos) na concentração de amostras de 50 a 500 µg/mL. A casca e polpa de Ingá não apresentaram toxicidade em linhagem celular não tumoral 3T3. Assim como a casca e polpa, as sementes possuem alta viabilidade celular, entre 93,4 a 81,3%, demonstrando que nas concentrações de 31 a 125 µg/mL os extratos não apresentam efeitos citotóxicos relevantes. Através da análise por hemólise, verificou-se que a casca e polpa não apresentaram toxicidade significativa nas concentrações testadas, mesmo na maior concentração avaliada (500 µg/mL), enquanto continham baixa atividade hemolítica (11,11%). Por fim, as sementes caracterizaram-se por alta viabilidade celular e baixa atividade hemolítica nas concentrações entre 50 a 125 µg/mL (14,3 a 26,3%). Diante disso, reforçando o potencial funcional do Ingá e abrem caminho para investigações mais aprofundadas quanto à sua utilização em produtos nutracêutico e farmacêuticos.

Palavras-chave: atividade hemolítica; citotoxicidade; extratos vegetais; segurança biológica; viabilidade celular

INTRODUÇÃO

O Brasil abriga um dos ecossistemas mais biodiversos do planeta, com destaque para sua ampla variedade de espécies frutíferas, tanto nativas quanto exóticas. Apesar da expressiva disponibilidade de frutas no território nacional, muitas espécies permanecem subutilizadas em cadeias produtivas, carecendo de estudos sistemáticos sobre os seus constituintes fitoquímicos, as suas propriedades nutricionais e, consequentemente, os

potenciais bioativos (1). Na região Sul do país, diversas frutas nativas apresentam características funcionais relevantes, como a alta concentração de antioxidantes, compostos fenólicos, flavonoides e ácidos graxos essenciais, tornando-as promissoras para aplicações em alimentos funcionais, nutracêuticos e formulações farmacêuticas. Assim, a bioprospecção dessas espécies, aliada ao desenvolvimento de tecnologias de processamento e conservação, podem impulsionar a agregação de valor, promover a sustentabilidade econômica regional e contribuir para a conservação da biodiversidade brasileira (2).

O *Inga laurina* Willd., é considerado uma espécie nativa e exótica de ampla distribuição no Brasil, possui elevada relevância ecológica, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e alimentação da fauna silvestre. Além disso, destaca-se por seu perfil fitoquímico rico em compostos bioativos e nutracêutico com potencial funcional, o que o torna promissor para aplicações nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética; contudo ainda é pouco explorado (1,3).

O Ingá pertencente à subfamília Mimosoideae da família Fabaceae, sendo conhecido como Ingá branco, Angá, “ingá-mirim” ou “guama”. As plantas dessa família estão amplamente distribuídas no Brasil e podem ser encontradas em vários estados, como Amazonas, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul (4).

Os frutos de Ingá são constituídos por polpa (41%), casca (39%) e semente (20%) (1,5). Contendo, aproximadamente sete sementes, variando de acordo com o comprimento do fruto. A polpa é comestível, sua coloração é branca com consistência flocosa e úmida com sabor adocicado que possibilita vários usos culinários (1,5). A casca são vagens planas a convexas com margens ligeiramente elevadas ou não, glabras e de coloração amarelada a verde-amarelada, variando conforme o grau de amadurecimento. O desenvolvimento do fruto se dá entre os meses de dezembro a maio (6).

Diversas espécies de Ingá são utilizadas na medicina popular como anti-inflamatório, antidiarreico, descongestionante nasal, tratamentos dermatológicos, otalgia e limpeza de dentes. Estudos dessas espécies relataram o isolamento de alguns metabólitos, como depsídeos, metabólitos de nitrogênio, ácidos pipecólicos, glicosídeos esteroides e compostos fenólicos, compostos esses significativamente importantes para a saúde (7).

Embora frutos e plantas medicinais sejam amplamente valorizados por seus compostos bioativos com propriedades terapêuticas, é fundamental considerar que também podem conter substâncias com potencial tóxico ao organismo humano. A toxicidade de determinados compostos pode ser investigada em nível celular (citotoxicidade) por meio da análise da viabilidade celular, permitindo avaliar os efeitos citotóxicos sobre diferentes linhagens. O termo citotoxicidade refere-se a medida do potencial de um agente causar injúria celular, podendo levar à sua morte ou comprometimento funcional (9).

Através da análise de citotoxicidade pode-se fazer o estabelecimento do intervalo de concentração no qual o agente tóxico atua sobre a célula. Com o estabelecimento da dose em que 50% das células são afetadas (IC50), é possível comparar quantitativamente a resposta de um mesmo composto em diferentes sistemas ou de vários compostos em um único sistema. Assim, a análise de citotoxicidade consiste em colocar a amostra ou extrato direto ou indiretamente em contato com uma cultura de células de mamíferos permitindo verificar se há ou não alterações celulares por diferentes mecanismos, entre os quais a incorporação de corantes vitais ou a inibição da formação de colônias celulares (9).

Normalmente são utilizadas linhagens celulares específicas, como fibroblastos, células epiteliais ou células tumorais, por meio de metodologias padronizadas. A exemplo de teste um dos mais utilizados para a viabilidade celular é o de sal de brometo de 2,5-

difenil-3, - (4,5-dimetil-2-tiazolil) tetrazólio (MTT), o qual mensura a atividade mitocondrial de células vivas e representa um parâmetro de sua atividade metabólica. Tal ensaio permite estimar a viabilidade celular, integridade da membrana e atividade metabólica, fornecendo dados essenciais para a caracterização toxicológica e o potencial farmacológico dos extratos vegetais (8).

Outro teste de citotoxicidade importante e de grande relevância na área de toxicologia é a atividade hemolítica, pois refere-se à capacidade de uma substância ou de um organismo de causar a destruição dos glóbulos vermelhos do sangue, processo conhecido como hemólise. A hemólise pode ocorrer, por exemplo, após a ingestão de substâncias tóxicas no organismo humano (10).

A segurança dos compostos de interesse é um dos parâmetros mais relevantes no desenvolvimento de alimentos. Para garanti-la, os testes de toxicidade celular oferecem informações rápidas e cruciais sobre a segurança dos compostos em relação às células do organismo. Nesse contexto, observa-se um crescente interesse pela avaliação da toxicidade de alimentos, especialmente por meio de estudos realizados em células humanas ou de animais, pois são capazes de crescer e se dividir, normalmente, *in vitro*, de forma similar quando crescem *in vivo*, através do meio de cultura. Além disso, a eliminação da necessidade do uso de animais de laboratório e/ou seres humanos pode ser considerada outra vantagem, prevenindo qualquer tipo de reação adversa ou lesão (11).

Os testes de toxicidade celular são considerados essenciais para definir o limite de concentração para ensaios *in vitro* posteriores e mais detalhados, assim como, fornecem informações significativas sobre outros parâmetros a serem pesquisados. Ademais, os métodos *in vitro* destacam-se em relação aos *in vivo*, pois permitem limitar o número de variáveis experimentais, obter dados significativos mais facilmente, são reprodutíveis, rápidos, sensíveis e financeiramente acessíveis para a execução do estudo de biocompatibilidade *in vitro* (8).

Em se tratando da toxicologia aplicada a frutos exóticos e nativos, esta é uma temática essencial a ser estudada a fim de garantir a segurança do consumidor e orientar o desenvolvimento de produtos nutracêuticos, farmacêuticos e atender às exigências de órgãos reguladores. Os compostos bioativos podem apresentar efeitos terapêuticos, contudo, também podem desencadear reações adversas quando mal dosados ou processados. Por isso, os ensaios de citotoxicidade *in vitro* utilizando linhagens celulares representam uma ferramenta eficaz para a triagem inicial da toxicidade (8).

Diante desse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a toxicidade *in vitro* das frações do fruto *Inga laurina* Willd, incluindo as cascas juntamente com as polpas, e as sementes, em culturas celulares, visando fornecer dados relevantes para sua segurança biológica nas concentrações testadas.

MATERIAL E MÉTODOS

OBTENÇÃO DO FRUTO *Inga laurina* Willd

Em março de 2024, frutos de Ingá (Figura 1) foram colhidos nas coordenadas de latitude (S) -29.719961 e longitude (W) -53.719827 no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Os frutos foram levados ao Núcleo Integrado de Desenvolvimento e Análises Laboratoriais (Nidal) da UFSM para seleção, abertura e separação da casca, polpa e sementes.

Em seguida, foi realizada a pré-secagem das amostras a 45 ± 5 °C por 48 h em estufa de circulação de ar forçada (Marconi, MA-035/100, Piracicaba, Brasil), conforme descrito a metodologia adaptada de Flores *et al.* (9).

Após a secagem, as amostras (casca e polpa) e (sementes) foram trituradas em moinho de facas (marca Willy, modelo SL-31, Brasil), peneiradas em uma malha de 20 mesh e acondicionadas em recipiente vedado e mantidas ao abrigo da luz em *freezer* (-18 °C) até o momento das análises.

ANÁLISE DA TOXICIDADE CELULAR NÃO TUMORAL 3T3 DO *Inga laurina* Willd

A toxicidade das amostras (fração casca e polpa e fração sementes) de Ingá foram avaliadas através da citotoxicidade em linhagem celular não tumoral 3T3 (fibroblastos albinos suíços murinos), segundo a metodologia descrita por Nogueira *et al.* (12). A seleção da linhagem celular 3T3 para os testes de toxicidade foi baseada em critérios técnicos e científicos reconhecidos, e também por ser amplamente utilizada na literatura científica. A linhagem de fibroblastos embrionários de camundongo, as células 3T3 apresentam características que favorecem sua aplicação em ensaios *in vitro*, como alta estabilidade genética, facilidade de cultivo e reprodutibilidade dos ensaios. Além disso, essa linhagem demonstra sensibilidade adequada para detectar efeitos citotóxicos, sendo capaz de fornecer respostas rápidas e confiáveis sobre a segurança de compostos testados (9).

As culturas celulares foram mantidas em meio *Dulbecco's Modified Eagle Medium* (DMEM), com 4,5 g/L de glicose, suplementado com 10% (v/v) de Soro fetal bovino (SFB) e incubadas a 37 °C com 5% de CO₂. Quando a confluência foi de 80%, semeou-se as células na densidade de 7,0 x 10⁴ células/mL em placas de cultura celular de 96 poços, sendo encubadas por 24 h. Em seguida, as células foram tratadas com a amostra na faixa de concentração de 31,25 a 500 µg/mL e mantidas por 24 h a 37 °C com 5% de CO₂. A viabilidade celular foi determinada usando o ensaio MTT. As células foram incubadas por 3 h a 37 °C com 5% de CO₂ com 0,5 mg/mL da solução de MTT em DMEM sem FBS. Na sequência, a solução foi substituída por 100 µL de DMSO e a absorbância medida a 550 nm, fazendo-se uso de um leitor de microplacas Multiskan FC (Thermo Fisher Scientific, Xangai, China).

Os resultados foram expressos como porcentagem de viabilidade em relação às células de controle não tratadas, que foram definidas como 100% de viabilidade celular. Utilizou-se uma solução de 10% (v/v) de dimetilsulfóxido (DMSO) como controle positivo do ensaio.

ANÁLISE DE TOXICIDADE POR HEMÓLISE EM *Inga laurina* Willd

A partir do sangue de indivíduos saudáveis, fez-se o isolamento de hemácias (RBCs). Ressalta-se que, para a obtenção do sangue foi realizado o convite para a doação voluntária, conforme segue o número da aprovação do comitê de ética em Pesquisa (CAAE 44017921.3.0000.5346).

As amostras na faixa de concentração de 50 a 500 µg/mL, foram incubadas com 25 µL de suspensão de eritrócitos por 5 h sob agitação suave e, em seguida, centrifugadas a 10.000 rpm por 5 min para interromper a reação. Controles negativos e positivos foram obtidos por meio da incubação da suspensão de eritrócitos com Solução salina tamponada com fosfato (PBS) a pH 7,4 ou água, respectivamente. Os sobrenadantes foram colocados em placas de 96 poços e a absorbância da hemoglobina liberada foi medida a 550 nm, usando um leitor de microplacas Multiskan FC (Thermo Fisher Scientific, Xangai, China).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise toxicológica das frações de *I. laurina*, os experimentos foram realizados em triplicata e os dados submetidos à análise de variância unidirecional (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Dunnet's em múltiplas comparações, e foram comparados pelo teste t de Student, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), através do software *GraphPad Prism*® 6.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Ingá e suas frações (casca e polpa) e as (sementes) são representadas nas Figuras 1 e 2.



Figura 1 – Fruto *in natura* de *Inga laurina* Willd
Fonte: Autores.

Através da análise de toxicidade nessas frações estudadas permitiu identificar se algumas dessas partes que compõem o fruto apresentam alguma citotoxicidade através da viabilidade celular.



Figura 2 – Ingá e suas frações (casca e polpa juntas) e as (sementes)
Fonte: Autores.

Os resultados apresentados a seguir contemplam os dados provenientes dos ensaios de toxicidade *in vitro* celular, destacando as variações entre as amostras da casca e polpa e das sementes, assim como os efeitos observados nas linhagens celulares utilizados. Tal etapa demonstrou ser essencial para a compreensão do perfil de segurança biológica da espécie e orientar futuras aplicações farmacológicas ou alimentícias.

Na Figura 3 foi avaliado a viabilidade celular através do ensaio de MTT na cultura celular 3T3, o Ingá foi analisado em diferentes concentrações ($31\text{--}500\text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$) e comparado às células controle (100% de viabilidade celular).

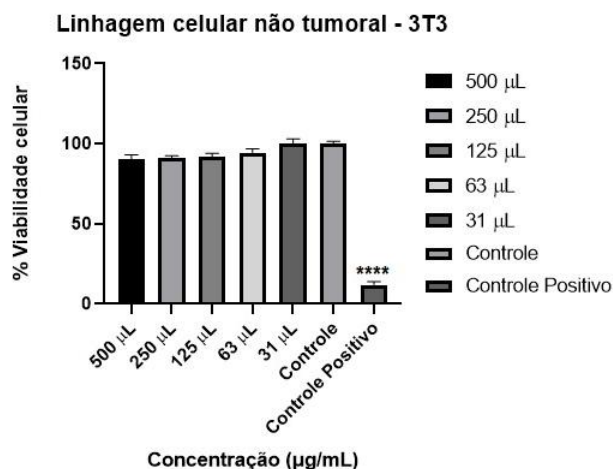


Figura 3- Avaliação da toxicidade em células 3T3 por testes de viabilidade celular MTT por 24 h em diferentes concentrações de casca e polpa de Ingá

Nota: Gráfico de barras da viabilidade celular 3T3 exposta a diferentes concentrações de amostra. Células controle (não tratadas) com 100% de viabilidade. Controle positivo com 10% de DMSO. Amostras com desvio padrão. Os ensaios foram comparados pelo teste t de Student. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,005$, **** $p < 0,001$ indicam diferenças significativas.

Fonte: Autores.

A fração casca e polpa de Ingá nas concentrações testadas (31 a 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$) não apresentou toxicidade em linhagem celular não tumoral 3T3, o que é confirmado com os valores de viabilidade celular maiores que 90%, ou seja 98,77 a 97,19% respectivamente, sem diferença significativa do controle (100% viabilidade celular). Assim, a amostra de casca misturada com a polpa demonstrara-se não citotóxica na linhagem celular, mesmo na concentração mais alta testada. A citotoxicidade é classificada de acordo com a porcentagem de viabilidade celular obtida: não citotóxica ($> 90\%$ de viabilidade), levemente citotóxica (80–89% de viabilidade), moderadamente citotóxica (50–79% de viabilidade) e severamente citotóxica (0–49% de viabilidade) (9).

No estudo de Furtado *et al.* (7) os ensaios de citotoxicidade de óleos extraídos do fruto *I. laurina* apresentaram concentração citotóxica acima das concentrações inibitórias mínimas. Tais resultados indicaram que os óleos apresentavam baixa toxicidade nas concentrações testadas. O teste de viabilidade celular foi realizado com células Vero (ATCC CCL 81; células epiteliais renais do macaco africano) e as amostras foram adicionadas nas concentrações de 512, 256, 128, 64, 32, 16, 8 e 4 $\mu\text{g/mL}$. Quando comparados aos resultados obtidos neste estudo, os achados de Furtado *et al.* (7) demonstram uma tendência semelhante em relação à baixa toxicidade dos compostos de *I. laurina*. Tanto os extratos de casca e polpa testados em células 3T3, quanto os óleos avaliados por Furtado *et al.* (7) em células Vero, demonstraram alta viabilidade celular, mesmo em concentrações elevadas.

Essa diferença de cultura celular entre os estudos pode impactar na sensibilidade do teste de citotoxicidade. Ao compara-las facilita no entendimento se um método ou composto tem ação seletiva ou ampla, e avalia se tem validação cruzada de métodos, isso aumenta a confiabilidade e aplicabilidade dos dados. Assim, reforça o perfil de segurança da espécie, sugerindo que os seus compostos bioativos podem ser explorados em formulações farmacológicas, cosméticas ou nutracêuticas, visto que há baixo risco de

efeitos citotóxicos nessas concentrações testadas. Além disso, a diversidade de métodos de extração e modelos celulares utilizados amplia a robustez dos achados, fortalecendo a credibilidade científica das evidências apresentadas (8).

Na Figura 4 os dados referem-se à avaliação da toxicidade da fração casca e polpa de Ingá por meio da análise de hemólise em eritrócitos humanos.

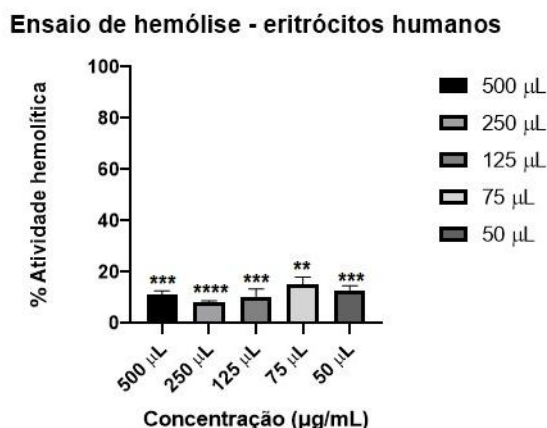


Figura 4 - Avaliação da toxicidade através da atividade hemolítica em diferentes concentrações da amostra casca e polpa de Ingá

Nota: Gráfico de barras da porcentagem de atividade hemolítica exposta a diferentes concentrações de amostra. Os ensaios foram comparados pelo teste t de Student. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,005$, **** $p < 0,001$ indicam diferenças significativas.

Fonte: Autores.

A avaliação da toxicidade da casca e polpa de Ingá por meio do ensaio de hemólise em eritrócitos humanos demonstrou ausência de toxicidade significativa nas concentrações testadas (50, 75, 125, 250 e 500 µg/mL). Os resultados indicaram 12,92%, 15,22%, 10,41%, 8,32%, 11,11% respectivamente, de atividade hemolítica. Demonstrando que houve diferenças significativas entre as concentrações. Destaca-se que mesmo na maior concentração avaliada (500 µg/mL) os extratos apresentaram baixa atividade hemolítica (11,11%). Assim, a amostra possui perfil de segurança biológica adequado, não promovendo danos à integridade das membranas celulares dos eritrócitos.

A atividade hemolítica tem sido amplamente utilizada como parâmetro inicial para a avaliação da toxicidade de compostos naturais e sintéticos, especialmente em formulações com potencial terapêutico. Essa observação está em consonância com o estudo realizado por Greco *et al.* (13), o qual demonstrou que compostos com baixa atividade de hemólise em eritrócitos humanos tendem a apresentar menor toxicidade, o que reforça a importância desse ensaio como ferramenta de triagem toxicológica. Assim, os resultados deste estudo além de validarem a segurança do Ingá em modelos celulares, sustenta a sua viabilidade em aplicações farmacológicas, desde que complementados por testes adicionais de toxicidade e biodisponibilidade (14).

Em relação a avaliação da toxicidade da fração sementes de Ingá nas células 3T3, os resultados são apresentados na Figura 5.

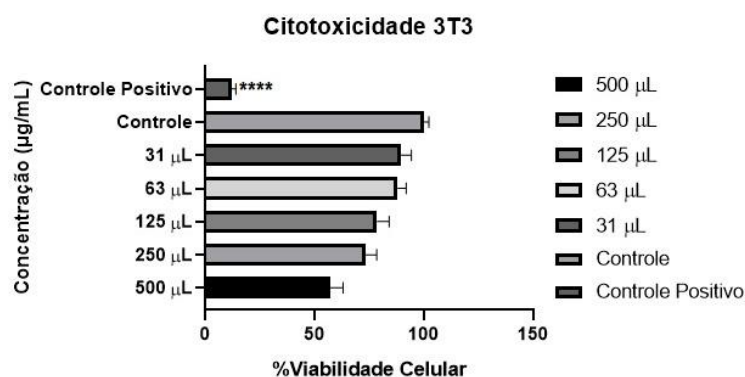


Figura 5 - Análise de citotoxicidade em células 3T3 através do teste de viabilidade MTT por 24 h em diferentes concentrações de sementes de Ingá

Nota: Gráfico de barras da viabilidade da linha celular 3T3 exposta a diferentes concentrações das sementes de Ingá. Células controle (não tratadas) com 100% de viabilidade. Controle positivo com 10% de DMSO. Amostras com desvio padrão. Os ensaios foram comparados pelo teste t de Student. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,005$, **** $p < 0,001$ indicam diferenças significativas.

Fonte: Autores.

As sementes de Ingá foram avaliadas quanto à toxicidade em linhagem celular não tumoral com exposição de 24 h em concentrações variando de 31 a 500 µg/mL. Os resultados indicaram viabilidade celular entre as concentrações de amostra de 31, 63 e 125 µg/mL, demonstrando viabilidade celular de 93,4%, 89,7% e 81,3%, respectivamente, e houve diferença estatística em relação ao controle. Diante dos resultados, as sementes não apresentam efeitos citotóxicos relevantes (9). Na maior concentração testada (500 µg/mL) o valor encontrado foi de 57,7% de viabilidade celular, ou seja, a amostra nessa concentração foi moderadamente citotóxica. Dessa forma, os resultados evidenciados sustentam a segurança biológica da amostra desde que utilizada em baixas concentrações.

Através da análise de atividade da hemólise em eritrócitos humanos (Figura 6), não foi constatada toxicidade celular, havendo baixa atividade hemolítica nas concentrações de 50, 75 e 125 µg/mL (14,3%, 14,7% e 26,3%, respectivamente), houve diferença estatística em relação ao controle. Mas, através dos resultados em concentrações mais elevadas de amostra 250 e 500 µg/mL, evidencia-se alta atividade hemolítica (98,7 e 99,7%). Diante disso, em altas concentrações as sementes de Ingá possuem toxicidade.

As sementes de frutas embora pareçam inofensivas, podem conter compostos naturais tóxicos, os quais podem representar um risco à saúde quando ingeridos em grandes quantidades ou de forma inadequada. A toxicidade das sementes, geralmente, está relacionada à presença compostos, como os glicosídeos cianogênicos e a amigdalina, que podem liberar cianeto durante a digestão, interferindo na respiração celular, resultando em asfixia interna. Outros compostos que podem estar presentes nas sementes das frutas são o ácido cianídrico (forma ativa do cianeto), lectinas e taninos, sendo que estes últimos, quando em excesso, podem provocar a irritação do trato digestivo (11).

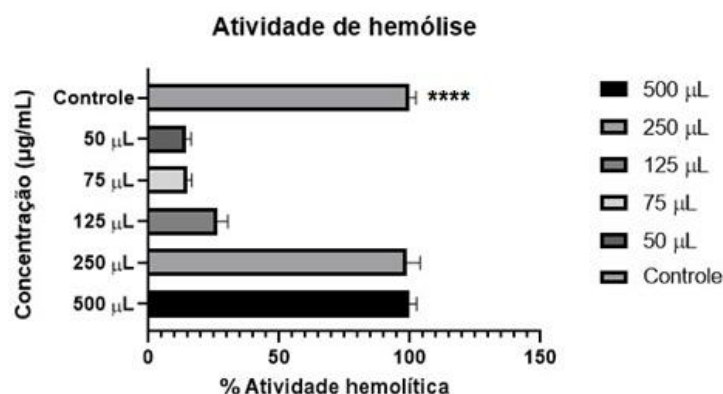


Figura 6 - Avaliação da citotoxicidade através da atividade hemolítica em diferentes concentrações da amostra de sementes de Ingá

Nota: Gráfico de barras da porcentagem de atividade hemolítica exposta a diferentes concentrações de amostra de sementes de *Inga laurina* Willd. Os ensaios foram comparados pelo teste t de Student.

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,005$, **** $p < 0,001$ significam diferenças significativas.

Fonte: Autores.

Falcoski *et al.* (15) avaliaram a atividade citotóxica de extratos de *I. laurina* e das suas frações em concentrações variando de 7,4 a 200 µg/mL. Para tanto, os autores fizeram uso celular de hepatocarcinoma (HepG2) através do ensaio citotxicológico de sulfarodamina B. Foi evidenciado que o extrato bruto e a fração n-butanol apresentaram 100% de células vivas da maior para a menor concentração, não havendo toxicidade dos extratos.

No estudo de Flores *et al.* (11) foi avaliado a viabilidade celular na cultura 3T3 nos testes de MTT e NRU, e demonstraram que extrato da semente de *I. marginata* apresentou atividade citotóxica apenas nas concentrações mais elevadas de 250 a 500 µg mL⁻¹. No teste de MTT e em baixas concentrações (15,6, 31,25, 62,5 e 125 µg mL⁻¹ de amostra), foram obtidas viabilidades celulares de 94, 97, 89 e 90%, respectivamente, considerado não citotóxico, pois a viabilidade celular foi superior a 90%. Para o teste NRU, a amostra também não foi citotóxica nas concentrações de 15,6, 31,25, 62,5 e 125 µg mL⁻¹, obtendo viabilidade celular de 100, 99, 92 e 90%, respectivamente.

CONCLUSÕES

O presente estudo contribuiu, significativamente para o esclarecimento do perfil toxicológico das frações que compõe o fruto Ingá, espécie nativa amplamente distribuída no Brasil e reconhecida por seu alto potencial fitoquímico e nutracêutico. A avaliação *in vitro* da toxicidade das frações casca e polpa, assim como das sementes, revelou resultados promissores quanto a segurança biológica nas concentrações testadas.

Os testes realizados com a linhagem celular não tumoral 3T3 demonstraram alta viabilidade celular, especialmente para a fração casca e polpa que na concentração de até 500 µg/mL obteve alta viabilidade celular, com valores maiores que 90%.

Para a fração sementes de Ingá, os resultados indicaram viabilidade celular entre as concentrações de amostra de 31, 63 e 125 µg/mL, demonstrando viabilidade celular de 93,4%, 89,7% e 81,3%. As sementes não apresentam efeitos citotóxicos relevantes. Mas, na maior concentração testada (500 µg/mL) o valor encontrado foi de 57,7% de viabilidade celular, ou seja, a amostra nessa concentração foi moderadamente citotóxica.

E na análise hemolítica com eritrócitos humanos reforçou esses achados, evidenciando baixa atividade hemolítica na concentração de até 500 µg/mL para casca e polpa e até 125 µg/mL para sementes.

Assim, o baixo potencial tóxico das frações do fruto *I. laurina* Willd nas concentrações testadas, fortalece a sua viabilidade para aplicações funcionais e nutracêutico futuramente. No entanto, sugere-se a realização de estudos complementares que incluam análises *in vivo*, avaliação de compostos específicos e testes em diferentes modelos celulares para consolidar a segurança do uso por seres humanos e ampliar o conhecimento sobre os mecanismos de ação envolvidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Finanças Código 001 pelo apoio financeiro e aos Departamentos de Tecnologia e Ciência dos Alimentos e de Farmácia Industrial da Universidade Federal de Santa Maria.

REFERÊNCIAS

1. Righi DCBF, Boeira CP, Dalla Nora FM, Schlesner SK, Kaufmann AI, Barin JS *et al.* Green technologies applied to extraction processes and analysis of polyphenolic compounds from *Inga laurina* Willd. Food Chem. 2025;471:142827.
2. Pereira ES, Raphaelli CO, Radünz M, Camargo TM, Vizzotto M. Biological activity and chemical composition of native fruits. A review. Agrociencia Uruguay. 2021;25(NE2):e815.
3. Munekata PES; Rocchetti G, Pateiro M, Lucini L, Domínguez R, Lorenzo JM. Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes: an overview. Curr Opin Food Sci. 2020;31:81-87.
4. Pereira R, Souza EB, Fontenelle ROS, Vasconcelos MA, Santos HS, Teixeira EH. Diversidade estrutural e potencial biológico dos metabólitos secundários de espécies do gênero *Myroxylon* L.f. (Fabaceae): uma revisão da literatura. Hoehnea. 2019;46(1): e582017.
5. Oliveira CES, Zuffo AM, Fonseca WL, Steiner F. Physical characterization of fruits and seeds *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Fabaceae - Mimosaceae). Rev Agric Neotrop. 2019;6(3):105–111.
6. Martins RC, Filgueiras TS, Albuquerque UP. Use and Diversity of Palm (Arecaceae) Resources in Central Western Brazil. Scientific World Journal. 2014;2014(1):1-14.
7. Furtado FB, Aquino FJT, Nascimento EA, Martins CM, Morais SAL, Chang R *et al.* Seasonal Variation of the Chemical Composition and Antimicrobial and Cytotoxic Activities of the Essential Oils from *Inga laurina* (Sw.) Willd. Molecules. 2014;19(4):4560-4577.

8. Qaisi YA, Alfarrayeh I, Alsarayreh A, Khleifat K, Abu-Nwas N. Assessment of antioxidant potential, cytotoxicity, and anticancer activity of methanolic extracts from selected wild medicinal plants. *Phytomedicine Plus*. 2024;4(2):100534.
9. Flores DCB, Boeira CP, Weis GCC, Mello RO, Reis FL, Morandini LMB *et al*. Extraction of antioxidant and antimicrobial compounds from *Inga marginata* Willd bark and pulp using different extraction techniques and phytochemical characterization. *IFSET*. 2023;83:103244.
10. Hussain S, Javed W, Tajammal A, Khalid M, Rasool N, Riaz M *et al*. 2023. Synergistic Antibacterial Screening of *Cymbopogon citratus* and *Azadirachta indica*: Phytochemical Profiling and Antioxidant and Hemolytic Activities. *ACS Omega*; 2023;8(19):16600–16611.
11. Flores DCB, Boeira CP, Rolim CMB, Nogueira-Librelo DR, Reis FL, Morandini LMB *et al*. Phenolic compounds, antimicrobial activity, cytotoxicity and identification of phytochemicals present in *Inga marginata* Willd seeds. *Ci e Nat*. 2021;43:e78.
12. Nogueira DR, Mitjans M, Infante MR, Vinardell MP. Comparative sensitivity of tumor and non-tumor cell lines as a reliable approach for in vitro cytotoxicity screening of lysine-based surfactants with potential pharmaceutical applications. *Int J Pharm*. 2011;420(1):51-58.
13. Greco I, Molchanova N, Holmedal E, Jenssen H, Hummel BD, Watts JL *et al*. Correlation between hemolytic activity, cytotoxicity and systemic in vivo toxicity of synthetic antimicrobial peptides. *Sci Rep*. 2020;10(1):13206.
14. Farag MR, Alagawany M. Erythrocytes as a biological model for screening of xenobiotics toxicity. *Chem Biol Interact*. 2018;279:73-83.
15. Falcoski TOR, Lima NM, Navegante G, Serafim RB, Sorbo JM, Valente V. *et al*. Genotoxicity, cytotoxicity and chemical profile from *Inga laurina* (Fabaceae). *Nat. Prod. Res*. 2019;35(4):676–680.
16. Sari LM, Sari DK, Bustami A, Gazali AD, Auerkari EI. Cytotoxicity and apoptosis activities of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) seed extract on HSC-2, HSC-3, MCF-7, and HaCaT cell lines. *J Pharm Pharmacogn Res*. 2024;12(4):659-672.

Capítulo 08
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-08
POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE BEBIDA FERMENTADA
SABORIZADA COM SPONDIAS MOMBIN L.

Melissa Lima Lins <https://orcid.org/0009-0001-4228-924X> *; Kaio Azevedo Macedo <https://orcid.org/0009-0007-4576-1216> ; Cecilia Rodrigues de Souza Neta <https://orcid.org/0009-0002-0257-8335> ; kamila Layse Bezerra de Araujo <https://orcid.org/0000-0003-3012-4015> ; Carlos Eduardo Alves Dantas <https://orcid.org/0000-0003-2113-2152> ; Raphaela Araújo Veloso Rodrigues <https://orcid.org/0000-0002-4350-7237> ; Vanessa Bordin Viera <https://orcid.org/0000-0003-4979-4510> 

* Autor correspondente (Corresponding author) – Email: melissalins17@gmail.com

Resumo: Nos últimos anos, a atenção aos impactos dos alimentos na saúde e no meio ambiente impulsionou a demanda por produtos naturais, minimamente processados e com baixo teor de açúcar. Nesse contexto, bebidas fermentadas, como a kombucha, têm ganhado destaque como alternativas saudáveis e não alcoólicas reconhecidas por suas propriedades funcionais, incluindo efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e antimicrobianos. Originada da fermentação simbiótica de bactérias e leveduras sobre chás adoçados, a kombucha tradicionalmente utiliza chá verde ou preto, rico em compostos fenólicos, flavonoides, vitaminas e minerais, contribuindo para seu potencial bioativo. A crescente demanda por produtos diferenciados tem estimulado o uso de frutas nativas na elaboração de bebidas fermentadas, promovendo a valorização da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável. O presente estudo teve como objetivo produzir kombucha saborizada com polpa de cajá (*Spondias mombin* L.), fruta nativa do Nordeste brasileiro, e avaliar sua atividade antioxidante. Foram preparadas duas formulações: kombucha padrão (KP) e kombucha com 20% de polpa de cajá (KC), submetidas a fermentação em duas etapas, seguidas de análise de compostos fenólicos, flavonoides e capacidade antioxidante por FRAP e ABTS. Os resultados indicaram que a kombucha padrão apresentou teores significativamente maiores de compostos fenólicos ($59,4 \pm 3,23$ mg EAG/mL) e flavonoides ($8,3 \pm 0,40$ mg EC/mL) em comparação à formulação com cajá. A atividade antioxidante total também foi superior na kombucha padrão, embora a adição do cajá tenha mantido valores expressivos, reforçando o potencial funcional da bebida. Conclui-se que a escolha do substrato e das condições de fermentação influencia diretamente a qualidade antioxidante da kombucha, destacando a importância do controle técnico e da seleção criteriosa de ingredientes para o desenvolvimento de produtos fermentados funcionais e inovadores.

Palavras-chave: Bioativos; Caja; Kombucha.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, aumentou a atenção aos impactos dos alimentos na saúde e no meio ambiente, impulsionando a demanda por produtos mais naturais, minimamente processados, livres de conservantes artificiais e com baixo teor de açúcar. Bebidas fermentadas, em particular, são amplamente percebidas como saudáveis e têm sido utilizadas desde a antiguidade como método natural de conservação. Nesse contexto, o aumento da demanda por uma alimentação saudável tem incentivado a indústria de alimentos a desenvolver e aprimorar produtos funcionais, posicionando bebidas fermentadas não alcoólicas como opções atrativas tanto pelo sabor quanto pelos benefícios à saúde. Paralelamente, a crescente conscientização sobre os riscos do consumo excessivo de álcool tem direcionado o interesse dos consumidores para alternativas não alcoólicas, como a kombucha (11 e 16).

Dessa maneira, o crescimento do mercado de kombucha também tem estimulado o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para aprimorar sabores e aumentar a competitividade. Com isso, a produção artesanal, frequentemente realizada sem controle rigoroso das características físico-químicas e microbiológicas, levou o, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a lançar, em 2018, uma consulta pública com o objetivo de estabelecer padrões de identidade e qualidade da bebida no Brasil (5). Por conseguinte, a kombucha, bebida fermentada originada da ação conjunta de bactérias e leveduras sobre chás adoçados, vem ganhando destaque no mercado global de bebidas funcionais, com projeções de crescimento de 23,2% entre 2020 e 2027, podendo alcançar mais de 10,45 bilhões de dólares (11).

De forma tradicional, utiliza-se chá verde e/ou preto (*Camellia sinensis*) para o preparo da kombucha, que resulta em uma bebida levemente carbonatada, de sabor ácido e suavemente doce, com baixo teor alcoólico, geralmente comercializado como não alcoólica (11). Os benefícios do chá verde estão relacionados à sua composição química, rica em compostos fenólicos, cafeína, carboidratos, aminoácidos e micronutrientes como vitaminas E, B e C, cálcio, magnésio, zinco, potássio e ferro. Entre os principais flavonoides, destacam-se as catequinas, incluindo catequina, galocatequina, epicatequina, epigalocatequina, epicatequina galato e epigalocatequina galato (4, 9, 18). A composição química da kombucha inclui ácidos orgânicos, como acético, glucônico e glucurônico, além de etanol, vitaminas, minerais e antioxidantes. Micronutrientes, polifenóis e o ácido glucurônico destacam-se como os principais responsáveis pelas propriedades funcionais da bebida, associadas a efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e antimicrobianos (11).

Nessa premissa, iniciativas que promovem o uso da biodiversidade, como o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, contribuem para a valorização das espécies nativas, ampliam o conhecimento disponível sobre elas e incentivam o uso sustentável desses recursos. A valorização de frutas nativas une a oferta de produtos diferenciados à preservação da biodiversidade. Essas frutas podem proporcionar experiências sensoriais únicas ou resgatar memórias afetivas e tradições culturais. Além do valor nutricional, possuem importância histórica e cultural, sendo utilizadas em doces, licores, geleias e preparações medicinais. Também contribuem para a geração de renda e para o fortalecimento do turismo regional (16).

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de kombucha saborizadas com frutas nativas do Nordeste brasileiro, como o cajá, e avaliar a atividade antioxidante da bebida produzida. Essas frutas, amplamente consumidas na região e reconhecidas por suas características organolépticas, apresentam potencial para atender à crescente demanda por alternativas alimentares saudáveis e sustentáveis. O estudo buscou, assim, valorizar frutos locais, incentivar a inovação no

mercado de bebidas fermentadas e reforçar a importância da preservação da biodiversidade regional.

Entre os frutos utilizados, destaca-se o cajá (*Spondias mombin* L.), amplamente encontrado no Nordeste, que representa fonte de renda para pequenos produtores e matéria-prima para a indústria de sucos (3, 7, 17). De formato ovóide, sabor agridoce e aroma marcante, o cajá é rico em compostos bioativos, como flavonoides, carotenoides, vitamina C, taninos e fenólicos, que conferem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas e hipoglicêmicas, despertando interesse da indústria alimentícia (7 e 17).

MATERIAL E MÉTODOS

4.1 TIPO DE ESTUDO

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental, de abordagem quantitativa e explicativa, com o objetivo de investigar o efeito da saborização da kombucha com frutas nativas, como o cajá (*Spondias mombin* L.), sobre suas propriedades antioxidantes.

4.2 OBTENÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

Os ingredientes para a preparação do chá foram obtidos da seguinte forma: a água potável proveniente do sistema de abastecimento da UFCG – Campus Cuité; o chá verde (Maratá; lote: 327), o açúcar cristal (Alegre; lote: 227M5) e a polpa congelada de cajá (Sterbom; lote: 201/3) adquiridos no comércio local de Cuité – PB, no terceiro trimestre de 2024; e o SCOBY da kombucha, fornecido por doação para esta pesquisa, proveniente do Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Currais Novos.

4.3 LOCAL DE EXECUÇÃO

O estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), no Laboratório de Análise Sensorial (LATED) e no Laboratório de Bromatologia (LABROM), todos situados na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus Cuité.

4.4 ELABORAÇÃO DA KOMBUCHA

Foram preparadas duas formulações de kombucha: KP (padrão) e KC (saborizada com polpa de cajá). Os ingredientes e as respectivas formulações estão apresentados na Tabela 2.

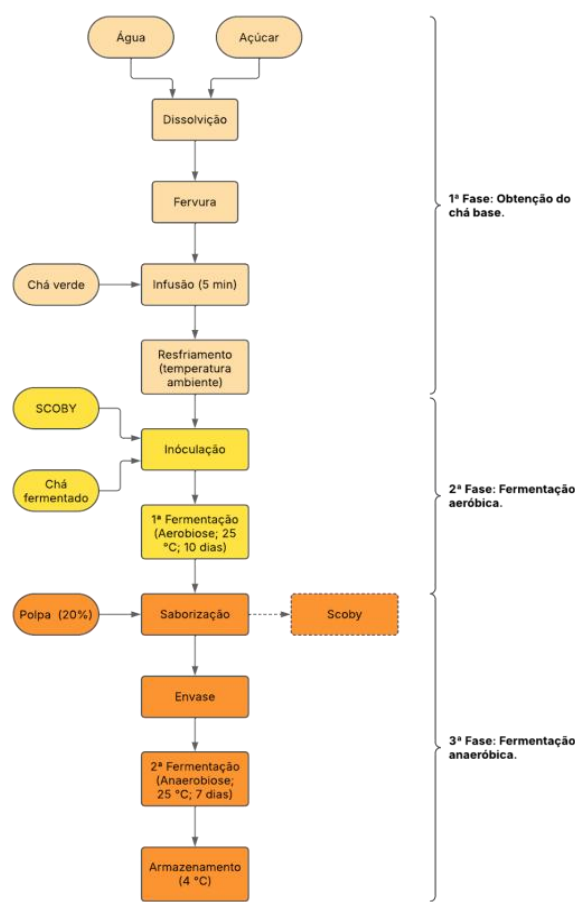
Tabela 2 - Formulações das kombuchas

Ingredientes	KP	KC
Volume de chá base fermentado	450 ml	360 ml
Polpa de cajá	-	90 ml

Fonte: Autoria Própria (2025). KP - Kombucha padrão; KC - Kombucha saborizada com polpa de cajá.

O processo de produção das kombuchas foi definido mediante testes prévios, como apresentado nas Figuras 1 e 2. De forma resumida, a fabricação ocorreu em três etapas: a etapa inicial, com o preparo do chá base a ser fermentado; a etapa intermediária, correspondente à primeira fermentação em condições aeróbicas; e a etapa final, envolvendo a segunda fermentação em condições anaeróbicas, realizada simultaneamente à saborização.

Figura 1 - Fluxograma da elaboração da kombucha



Fonte: Autoria própria (2025)

4.4.1 Preparo do Chá

A formulação do chá pode ser visualizada na Tabela 3. Inicialmente 50 g de açúcar foram dissolvidos em 1 L de água, sendo essa mistura submetida à ebulição. Após a fervura do líquido, foram adicionadas aproximadamente 3,25 g de chá verde (*Camellia sinensis*), mantido em infusão por 5 min. Ao final do tempo de infusão, o chá foi filtrado e transferido para um recipiente de vidro previamente higienizado, onde foi mantido em descanso até atingir a temperatura ambiente.

Tabela 3 - Formulação do chá base.

Ingredientes	Quantidades
Água	1 L
Chá Verde	3,25 g
Açúcar	50 g
Scoby	10 g
Líquido starter	150 mL

Fonte: Autoria Própria (2025).

4.4.2 Primeira fermentação

A fermentação inicial foi realizada adicionando-se 10 g da película celulósica (SCOBY) e 150 mL do líquido starter. O frasco foi coberto com papel toalha preso por um elástico, permitindo aeração e favorecendo a ação dos microrganismos aeróbios. O processo foi conduzido em temperatura ambiente (25 ± 2 °C), protegido da luz, por 10 dias. A inclusão do líquido do SCOBY contribuiu para a acidificação do meio, dificultando o crescimento de microrganismos indesejáveis.

4.4.3 Segunda fermentação

Concluída a primeira fermentação, a película celulósica formada foi retirada, e as alíquotas do chá fermentado foram transferidas para garrafas de polietileno de 500 mL. O volume de cada alíquota foi determinado com base nas formulações descritas na Tabela 2, de forma que o volume final em cada garrafa fosse de 450 mL. O tratamento controle (KP) corresponde à kombucha sem adição de polpa, enquanto a KC se referem a kombucha com adição de 20% da polpa de cajá (KC). As garrafas foram levemente pressionadas e fechadas, e a segunda fermentação ocorreu em ambiente escuro e à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) por 7 dias. Após esse período, as kombuchas foram refrigeradas (4 ± 2 °C) para interromper a fermentação. As bebidas permaneceram armazenadas sob refrigeração até a realização das análises.

4.4.4 Determinação de compostos fenólicos totais

Para determinação do teor de compostos fenólicos totais utilizou-se a metodologia descrita por (12) com adaptações. Onde, 250 µL da kombucha foi misturada em tubo de ensaio com 1250 µL do reagente Folin-Ciocalteu a 10%. As soluções foram agitadas por 30 s em Vortex (Logen Scientific, modelo LSM56-II-VM, Fortaleza, Ceará,

Brasil) e armazenadas em temperatura ambiente ($23 \pm 0,5$ °C) na ausência da luz por 6 min. Após, foram adicionadas 1000 µL da solução de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi levada ao banho maria (Novatecnica®, modelo NT232, Piracicaba, São Paulo, Brasil) a uma temperatura de 50 ± 1 °C, durante 5 min. Em seguida, a absorbância foi verificada a 765 nm utilizando espectrofotômetro (BEL Photonics®, Piracicaba, São Paulo, Brasil). Também foi realizado um teste branco com a ausência dos extratos para zerar o espectrofotômetro. O conteúdo de compostos fenólicos totais das amostras foi determinado utilizando uma curva padrão preparada com ácido gálico (Sigma-Aldrich, St. Louis, MA, USA). Os resultados foram expressos como miligramas equivalentes de ácido gálico (EAG) por cem gramas da amostra (mg EAG/100 g).

4.4.5 Determinação de compostos flavonoides totais

Para a avaliação de flavonoides totais foi utilizado o método proposto por (19), onde uma alíquota de 0,5 mL da kombucha foi adicionada à 2 mL de água destilada em um tubo de ensaio. Em seguida, adicionou-se 150 µL de nitrito de sódio a 5%. Após 5 min, 150 µL de cloreto de alumínio a 10% foi adicionado e, após 6 min, 1 mL de hidróxido de sódio a 1 M, seguido pela adição de 1,2 mL de água destilada. A absorbância da amostra foi medida a 510 nm usando um espectrofotômetro (BEL Photonics®) contra um branco na ausência dos extratos. O teor de flavonoides totais do extrato foi determinado usando uma curva padrão de equivalente de catequina (EC) (Sigma-Aldrich). Os resultados foram expressos como miligramas equivalentes de catequina (EC) por 100 g de amostra (mg CE/100 g).

4.4.6 Determinação da atividade antioxidante total

Para a avaliação da atividade antioxidante foram utilizados dois métodos distintos: FRAP (Ferric reducing ability of plasma) e ABTS (2,2-azino-bis (3-etilbenzo-tiazoline)-6-sulfonic acid), cujas metodologias seguem descritas a seguir.

Para determinação da atividade antioxidante por meio da redução do ferro (FRAP) foi utilizada a metodologia descrita por (2), adaptada (15). O reagente FRAP foi preparado exatamente no momento da análise, através da mistura de 11 mL de solução tampão acetato de sódio anidro a 0,3 M (pH 3,6), 1,1 mL de solução TPTZ (2,4,6-tris (2-pyridyl)-s-triazine) a 10 mM/L em uma solução de HCl a 40 mM e cloreto férrico (FeCl_3) a 20 mM. Para a análise, uma alíquota de 200 µL da kombucha foi adicionada a 1800 µL do reagente FRAP em um tubo de ensaio e levados ao banho maria (Novatecnica®) a 37 ± 1 °C por 30 min. A absorbância foi medida a 593 nm em espectrofotômetro (BEL Photonics®). A curva padrão foi realizada com Trolox 1 mM) e os valores expressos em micromoles de capacidade antioxidante equivalente de Trolox (CAET) por gramas de amostra (µmol TEAC/g).

O método ABTS foi realizado de acordo com a metodologia de (10), com algumas modificações. Inicialmente, formou-se o radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ a partir da reação de 5 mL de solução de $\text{ABTS}^{\bullet+}$ (2,2-azino-bis (3-etilbenzo-tiazoline) -6-sulfonic acid) a 7 mM com 88 µL de solução de persulfato de potássio 140 mM (concentração final de 2,45 mM), que foram incubados em temperatura de 25 °C, na ausência de luz, durante 12-16 h. Uma vez formado o radical, o mesmo foi diluído em água destilada até obter o valor de absorbância de 0,800 ($\pm 0,020$) a 734 nm. Em ambiente escuro foi transferido para um tubo de ensaio uma alíquota de 100 µL da kombucha e adicionado 500 µL do radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$. Após, os tubos de ensaio foram mantidos em repouso na ausência de luz por 6

min. Em seguida, realizou-se a leitura da absorbância a 734 nm em espectrofotômetro (BEL Photonics®). Também foi feita uma solução “controle” que consistiu em uma alíquota de 100 µL do solvente extrator do extrato adicionada de 500 µL do radical ABTS•+. A solução “branco” foi o solvente extrator de cada extrato, utilizada para zerar o espectrofotômetro. Os resultados foram expressos em micromoles de capacidade antioxidante equivalente de Trolox (TEAC) por grama de amostra (µmol TEAC/g).

4.4.7 Análise estatística

Todas as análises foram feitas em triplicata e os resultados foram expressos como média seguida do desvio-padrão. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey a 5% de nível de significância ($p \leq 0.05$), utilizando-se o software estatístico SPSS 17.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de substrato, açúcar e cultura simbiótica utilizada na fermentação da kombucha varia conforme a região de preparo, e diferentes condições de fermentação já foram relatadas na literatura (5 e 6).

A tabela 4 apresenta o teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e a atividade antioxidante das kombuchas elaboradas.

Tabela 4 - Teor de compostos fenólicos totais, flavonóides totais e atividade antioxidante total das kombuchas

Parâmetros	KP	KC
Fenólicos Totais (mg AGE/mL) ¹	59,4 ±3,23 ^a	49,5 ±0,63 ^b
Flavonoides Totais (mg CE/mL) ²	8,3 ±0,40 ^a	6,9 ±0,66 ^b
FRAP (µmol TEAC/mL) ³	0,3 ±0,02 ^a	0,3 ±0,02 ^b
ABTS (µmol TEAC/mL) ³	2,2 ±0,03 ^a	2,1 ±0,05 ^b

KP - Kombucha padrão; KC - Kombucha saborizada com polpa cajá.¹Os resultados são expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (GAE) por mililitro de amostra (mg EGA/mL); ²Os resultados são expressos em miligramas de equivalente de catequina (CE) por mililitro de amostra (mg EC/mL); ³Os resultados são expressos em micromol de Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) por mililitro de amostra (µmol TEAC/mL). Abreviaturas: FRAP - capacidade redutora férrica do plasma; ABTS•+ - ácido 2,2-azino-bis(3-etilbenzo-tiazolina)-6-sulfônico.^{a-c}Média ±desvio-padrão com letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos.

No presente estudo, a kombucha padrão apresentou o maior teor de compostos fenólicos (**59,4 ± 3,23 mg AGE/mL**), evidenciando que o chá verde exerce influência significativa na concentração desses compostos bioativos (9 e 18). Comparando com o estudo de (14), que registrou a maior concentração de fenólicos aos 35 dias de

fermentação (**0,374 g/L**, equivalente a 374 mg/L), observa-se que os valores do presente trabalho estão em concordância com a literatura, reforçando que a composição da bebida e o tempo de fermentação influenciam a concentração de compostos fenólicos.

Os resultados referentes aos flavonoides totais (Tabela 4) indicaram que a kombucha padrão (KP) apresentou o maior teor, seguida da formulação com cajá (KC). Quando comparados ao estudo de (1), que apresentou níveis significativamente inferiores de flavonoides e antocianinas ($0,93 \pm 0,07$ e $0,11 \pm 0,03$ mg/mL, respectivamente), os valores obtidos neste trabalho evidenciam que as formulações avaliadas possuem maior potencial antioxidante, ressaltando a relevância da escolha do substrato e da formulação.

Para as atividades antioxidantes totais (FRAP e ABTS) pode-se observar que ambas tiveram o mesmo comportamento. Todas as formulações diferiram estatisticamente entre si, sendo que KP apresentou maior atividade antioxidante total, em relação a KC (Tabela 4). Comparando com o estudo de (13), em que os valores de FRAP variaram significativamente ao longo da fermentação dependendo do tratamento e do tempo, os resultados do nosso trabalho demonstram certa estabilidade consistente entre as formulações avaliadas.

Para a atividade antioxidante determinada pelo método ABTS revelou valores elevados para ambas as formulações de kombucha, com **KP apresentando $2,2 \pm 0,03$ $\mu\text{mol TEAC/mL}$ e KC $2,1 \pm 0,05$ $\mu\text{mol TEAC/mL}$** . Esses resultados superaram significativamente os valores reportados por (8), em que a kombucha padrão (KO) e saborizada (KOC) apresentaram valores de **7,90 μM e 8,20 $\mu\text{M TEAC}$** , respectivamente, considerando as diferenças de unidades e metodologias. Apesar da escala distinta, os dados do presente estudo reforça a eficácia das formulações desenvolvidas, em especial da kombucha padrão, e demonstra o impacto positivo da escolha do substrato e da formulação sobre a capacidade antioxidante da bebida.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a kombucha produzida a partir de chá verde, sem adição de saborizantes, apresentou teores significativamente superiores de compostos fenólicos e flavonoides em comparação à formulação saborizada com polpa de cajá, refletindo a composição naturalmente rica do chá verde. Evidencia-se que a escolha dos ingredientes e as condições de fermentação impactam diretamente no potencial antioxidante da bebida formulada. Esses achados destacam a importância do controle técnico durante a produção e a seleção criteriosa dos insumos para o desenvolvimento de bebidas fermentadas com potencial funcional, oferecendo subsídios para a inovação e a valorização de produtos saudáveis com propriedades bioativas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelas nossas vidas e por nos permitir superar todos os obstáculos encontrados ao longo desta jornada.

Às professoras Vanessa e Raphaela, pelas valiosas correções e ensinamentos que foram essenciais para a conclusão deste trabalho, e ao técnico de laboratório Carlos Eduardo, pelo apoio prestado.

Aos colegas, pela troca de conhecimentos, e a todos da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Cuité/PB, pelo fornecimento dos laboratórios e materiais indispensáveis ao desenvolvimento desta pesquisa. Ao CNPq, pelo financiamento que tornou possível a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

1. Andrade, Gabriela Paes Barreto de. "**Avaliação microbiológica, físico-química e bioativa da bebida kombucha fermentada com Scomby liofilizado.**" (2024).
2. Benzie, I. F. F.; Strain, J. J. **Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay.** Anal Biochem, v. 239, p. 70-76, 1996
3. Câmara, G.B. **Desenvolvimento de bebidas fermentadas com coprodutos de frutas com potencial antioxidante.** 2022. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022
4. Chakravorty, S.; Bhattacharya, S.; Bhattacharya, D.; Sarkar, S.; Gachhui, R.; Kombucha: **A Promising Functional Beverage Prepared From Tea.** Non-alcoholic Beverages Vol 6 Sci Beverages. 2019;1:285–327
5. Do Amaral, Ana Paula Ludwig; FLORZ, Emanuel Tonis; FLORZ, Juliana Aparecida Kunierski; BEAL, Solange de Bortoli; XAVIER, Paula Brustolin; ADAMI, Eliana Rezende. **Avanços e Tecnologias no Processo Produtivo da Kombucha: Uma Revisão Integrativa.** Aracê , [S. l.], v. 7, n. 8, p. e7295, 2025. DOI: 10.56238/arev7n8-131. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/7295>. Acesso em: 27 set. 2025.
6. De Miranda, Jeniffer Ferreira, et al. "Kombucha: **Uma revisão de substratos, regulamentações, composição e propriedades biológicas.**" *Journal of Food Science* 87.2 (2022): 503-527.
7. De Oliveira Júnior, SD, de Araújo, JS, de Asevedo, EA et al. **Exploração de filmes à base de pectina extraída da casca da cajá-amarela (Spondias mombin L.) para embalagem ativa de alimentos.** Biomass Conv. Bioref. 13 , 1565–1579 (2023). <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01321-3>
8. Ferronato, Carolinne. "**Explorando Frutas Nativas Brasileiras na Saborização de Kombucha: Avaliação físico-química, de cor, composição fenólica e potencial bioativo.**" (2024).
9. Gonçalves, M. dos S., Macêdo, A. P. A., Izabel, J. D., Couto, R. D., & Medeiros, J. M. B. (2020). **Estudo Prospectivo sobre Preparações Medicinais do Chá Verde.** *Cadernos De Prospecção*, 13(3), 823. <https://doi.org/10.9771/cp.v13i3.29340>
10. Ksurveswaran, S.; Cai, Y. Z.; Corke, H.; Sun, M. **Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants.** Food Chemistry, v. 102, n. 3, p. 938-953, 2007
11. Lima, Alliny Samara Lopes de. **Produção de bebidas fermentadas do tipo kombucha: estabilização da cultura starter e uso de matérias-primas**

- alternativas.** 2024. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Regina da Silva Pedrini. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/3eb147c7-e9c1-42ab-a49b-a33eaa96f3a5/content>
12. Liu, M.; LI, X. Q.; Weber, C.; Lee, C. Y.; Brown, J.; Liu, R. H. **Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries.** Journal Agricultural Food Chemistry, v. 50, 2926–2930, 2002.
 13. Ochoa-Chantaca, Cristal Alejandra, et al. **"Phytochemical and antioxidant evaluation of Moringa oleifera and Aloe vera in the fermentation of kombucha."** *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 23.2 (2024): 257-265.
 14. Perito, C. Z., Brandã, Érika C. T. dos A., Moreira, J. de M., Prado, A. A. O. S., Neta, M. T. S. L., & Narain, N. (2022). **Potencial antioxidante e caracterização físico-química e microbiológica do kombucha / Antioxidant potential and physicochemical and microbiological characterization of kombucha.** *Brazilian Journal of Development*, 8(1), 739–751. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n1-049>
 15. Pulido, R.; Bravo, L.; Saura-Calixto, F. **Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 48, n. 8, p. 396-402, 2000.
 16. Suhre, Tais. **"Fermentação como tecnologia social: desenvolvendo bebidas de baixo teor alcoólico com polpas de frutas nativas brasileiras."** (2025).
 17. Silvino, A, S, Rayssa Caroline et al. **Qualidade nutricional e parâmetros morfológicos do fruto cajá (Spondias Mombin L.).** Revista Desafios. Vol.4. 2.ed; 1-11, 2017. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/335557785_Qualidade_nutricional_e_parametros_morfologicos_do_fruto_caja_Spondias_Mombin_L
 18. Urzedo, N. D. R. **O chá verde e suas propriedades: uma breve revisão bibliográfica abrangendo os anos 2000 a 2020.** 40f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em química Industrial) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em:<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30879>
 19. Zhishen, J.; Mengcheng, T.; Jianming, W. **The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals.** Food Chemistry. v. 64, n. 4, p. 555 – 559, 1999.

Capítulo 09
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-09
ELABORAÇÃO DE SALAMES TIPO ITALIANO UTILIZANDO
FARINHA DE MARACUJÁ COMO SUBSTITUTO DE GORDURA

Amanda Cristina Freitas da Silva *; **Brenda Domingues de Souza **; **Emilly**
Raniely Ramos Jeremias ; **Ítalo Abreu Lima **

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:*
freitasamanda972@gmail.com

Resumo: Os embutidos cárneos fermentados, como o salame tipo italiano, apresentam grande aceitação no mercado brasileiro, mas seu elevado teor de gordura saturada representa um desafio nutricional e de saúde pública. Nesse contexto, a substituição parcial da gordura suína por ingredientes ricos em fibras surge como alternativa tecnológica e funcional. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição parcial do toucinho (gordura) por farinha de casca de maracujá (FCM), nas características físico-químicas de salames tipo italiano. Para isso, foram elaboradas cinco formulações experimentais, nas quais a farinha de maracujá substituiu parcialmente o toucinho, em níveis de 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%. Os produtos foram submetidos a fermentação e maturação por 14 dias, sendo avaliados quanto à perda de massa, atividade de água, umidade, cinzas, pH e acidez titulável. Observou-se perda média de aproximadamente 51% da massa inicial, valor adequado para salames maturados. A atividade de água variou entre 0,642 e 0,627, atendendo aos limites legais, com tendência de redução associada ao aumento da substituição por farinha de maracujá. Houve diminuição progressiva do pH e aumento da acidez até o tratamento com 7,5% de farinha, indicando maior atividade fermentativa, seguida de discreta inversão no nível máximo de substituição (10%). O teor de cinzas variou entre 10,69% e 12,38%, sem diferenças estatísticas significativas. Conclui-se que a farinha de maracujá apresenta potencial tecnológico como substituto parcial da gordura em salames tipo italiano, favorecendo a fermentação e contribuindo para melhorias no perfil nutricional e sustentável do produto.

Palavras-chave: análises; farinha de maracujá; salame

INTRODUÇÃO

Os embutidos cárneos têm apresentado crescimento significativo no mercado brasileiro e vêm se consolidando como parte importante dos hábitos alimentares da população (1). Nesse cenário, produtos cárneos fermentados, como o salame tipo italiano, ocupam papel de destaque devido à sua praticidade, sabor característico e alta durabilidade (2). Contudo, essa visibilidade é acompanhada de preocupações nutricionais, pois esses produtos apresentam elevados teores de gordura saturada, que podem atingir até 35% da formulação total (3) (4).

A gordura suína, tradicionalmente utilizada na fabricação de salames, é responsável por conferir textura, firmeza e sabor característicos ao produto. Além disso, atua na formação da emulsão cárnea, na retenção de água e participa de reações bioquímicas durante a maturação, que afetam positivamente aroma, textura e coloração (2). Entretanto, o consumo excessivo de gordura saturada está associado a problemas de

saúde como obesidade, doenças cardiovasculares e distúrbios lipídicos (5) (1). Esses fatores têm levado a indústria de alimentos a buscar alternativas que reduzam o teor lipídico sem comprometer as características tecnológicas e sensoriais (6) (7).

O salame tipo italiano é definido pela Instrução Normativa nº 22 do MAPA (3), como um produto cárneo industrializado elaborado de carnes suínas ou suínas e bovinas, toucinho, adicionado de ingredientes, moído em granulometria média entre 6 e 9 mm, embutido em envoltórios naturais ou artificiais, curado, defumado ou não, fermentado, maturado e dessecado por tempo indicado pelo processo de fabricação (3). Durante a fermentação, bactérias lácticas convertem carboidratos em ácido lático, reduzindo o pH e inibindo o crescimento de microrganismos. Já a maturação, realizada sob condições controladas de temperatura e umidade, promove a desidratação e a formação de compostos voláteis responsáveis pelo aroma e sabor típicos (2). Para garantir qualidade e segurança, a legislação estabelece parâmetros como atividade de água máxima de 0,90 e teor de umidade de até 35% (3).

Entre as estratégias estudadas para a reformulação nutricional de salames, destaca-se a substituição parcial da gordura por fibras vegetais, que apresentam propriedades semelhantes a algumas funções tecnológicas da gordura, como retenção de água e melhoria da textura (8) (9). Nesse contexto, a farinha da casca do maracujá (FCM), um subproduto da indústria de sucos, destaca-se como alternativa inovadora, ainda pouco explorada em produtos cárneos fermentados, especialmente no salame tipo italiano. O albedo da fruta, que representa cerca de 50% do peso total do fruto maduro, é rico em fibras alimentares (aproximadamente 41%), pectina (2-3% em base úmida), minerais como cálcio, ferro e fósforo, além de vitamina B3 (10) (11) (12) (2).

A presença de pectina confere à farinha propriedades reológicas importantes, como capacidade de formar géis viscosos, emulsificar e reter água, favorecendo a textura e a estabilidade de emulsões em produtos cárneos (12) (11). Além disso, estudos demonstram efeitos benéficos à saúde, como redução do colesterol LDL (lipoproteína de baixa densidade), aumento do HDL (lipoproteína de alta densidade) e auxílio no controle glicêmico, atribuídos às fibras solúveis (10) (2).

Assim, além de melhorar o perfil nutricional, a farinha de maracujá contribui para a sustentabilidade, alinhando-se às atuais demandas por consumo consciente e ao aproveitamento de subprodutos agroindustriais que normalmente seriam descartados (10) (11). Entretanto, apesar do potencial tecnológico e funcional, ainda são escassas as pesquisas que avaliem seus efeitos especificamente em salames tipo italiano, cujo processo de produção envolve etapas complexas de fermentação, cura e maturação (6).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da substituição parcial da gordura suína por farinha de maracujá nas características físico-químicas de salames tipo italiano, visando compreender os impactos desse ingrediente na qualidade e no potencial tecnológico do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Formulação e elaboração dos salames

O estudo experimental foi conduzido nos Laboratórios de Tecnologia de Carnes e Derivados e de Análise de Alimentos do Instituto Federal da Bahia (IFBA), Campus Barreiras. Para a elaboração dos salames, empregaram-se carne bovina de dianteiro

(acém), ingrediente opcional segundo a legislação, carne suína magra (pernil) e gordura suína (toucinho), adquiridas em estabelecimentos comerciais de Barreiras-BA. A farinha de maracujá (Natural Life®) também foi obtida no comércio local.

O processamento seguiu a metodologia descrita por Lima (13) e Lima *et al.* (14), com as adaptações necessárias. As peças cárneas foram higienizadas e desossadas, em seguida, removeram-se excessos de gordura, nervos, aponeuroses e hematomas. As carnes foram então moídas em moedor semi-industrial equipado com disco de 8 mm e divididas em cinco lotes, aos quais se adicionaram toucinho e farinha de maracujá em proporções diferentes, resultando nas formulações abaixo, descritas mais detalhadamente na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulações dos salames elaborados com e sem adição da farinha da casca de maracujá.

Ingredientes	Formulações				
	T1	T2	T3	T4	T5
Carne suína (Pernil) (g)	400	400	400	400	400
Carne bovina (Acém) (g)	310	310	310	310	310
Toucinho (g)	71	53,25	35,5	17,75	0
Farinha de maracujá (g)	0	17,75	35,5	53,25	71
Sais de cura (g)	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
Antioxidante (g)	7,81	7,81	7,81	7,81	7,81
Sal (g)	23,43	23,43	23,43	23,43	23,43
Açúcar (g)	7,81	7,81	7,81	7,81	7,81
Condimento para salame (g)	7,81	7,81	7,81	7,81	7,81
Glutamato monossódico (g)	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
Vinho tinto seco (mL)	13	13	13	13	13

T1 (10% toucinho, 0% FCM); T2 (7,5% toucinho, 2,5% FCM); T3 (5% toucinho, 5% FCM); T4 (2,5% toucinho, 7,5% FCM); e T5 (0% toucinho, 10% FCM).

Fonte: Própria (2025)

Após a mistura das carnes com o toucinho e a FCM, adicionaram-se os demais ingredientes. A massa resultante foi embutida em envoltórios de colágeno reconstituído (calibre 45 mm) e moldada em bisnagas de aproximadamente 12 cm de comprimento (Figura 1).

Figura 1 – Salames logo após o embutimento.



Fonte: Própria (2025)

Os salames foram então submetidos às etapas de fermentação e maturação, onde os salames ficaram maturando no Laboratório de Carnes do IFBA, Campus Barreiras, em local protegido por tela (Figura 2), à temperatura ambiente.

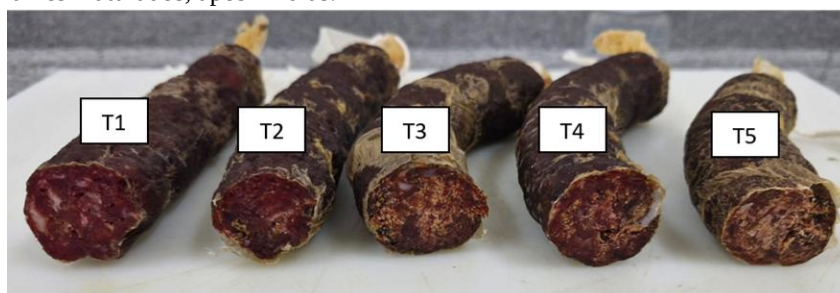
Figura 2 – Salames na área de maturação.



Fonte: Própria (2025)

Após o final do processo de maturação e secagem (Figura 3) de 14 dias, os salames foram embalados a vácuo (Selovac, modelo 200B) (Figura 4) e armazenados em câmara de resfriamento a 10 °C até o momento de realização das análises físico-químicas.

Figura 3 – Salames maturados, após 14 dias.



T1 (10% toucinho, 0% FCM); T2 (7,5% toucinho, 2,5% FCM); T3 (5% toucinho, 5% FCM); T4 (2,5% toucinho, 7,5% FCM); e T5 (0% toucinho, 10% FCM).

Fonte: Própria (2025)

Figura 4 – Salames maturados e embalados a vácuo.



Fonte: Própria (2025)

Análises Físico-Químicas

Para acompanhamento da perda de massa durante as etapas de fermentação e secagem, um salame de cada tratamento foi pesado logo após o embutimento e em

intervalos de 3 dias para acompanhamento da perda de peso durante as etapas de processamento, sendo o peso expresso em relação ao peso inicial de cada peça. Foi utilizada a seguinte equação:

Equação 1 – Modelo matemático para a perda de massa dos salames.

$$\text{Perda de peso (\%)} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

Em que:

P_i = Peso inicial, em g;

P_f = Peso final, em g.

As análises de umidade e cinzas foram realizadas conforme os métodos oficiais da Association of Official Analytical Chemists (15). A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105 °C, enquanto o teor de cinzas (resíduo mineral fixo) foi obtido por incineração das amostras em mufla a 550 °C.

A atividade de água (A_w) dos salames prontos foi medida utilizando o aparelho AQUALAB® CX2 (Decagon Devices Inc., Pullman, EUA), baseado na determinação do ponto de orvalho, seguindo as instruções do fabricante. A determinação do pH seguiu o protocolo descrito por Terra e Brum (16), no qual 10 g de salame triturado foram homogeneizados em 100 mL de água destilada por 60 segundos. Após 5 minutos de repouso, realizou-se a leitura do pH. Já a acidez titulável foi determinada de acordo com a metodologia proposta por (17). Após a leitura do pH, o homogenato foi titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando-se fenolftaleína como indicador visual.

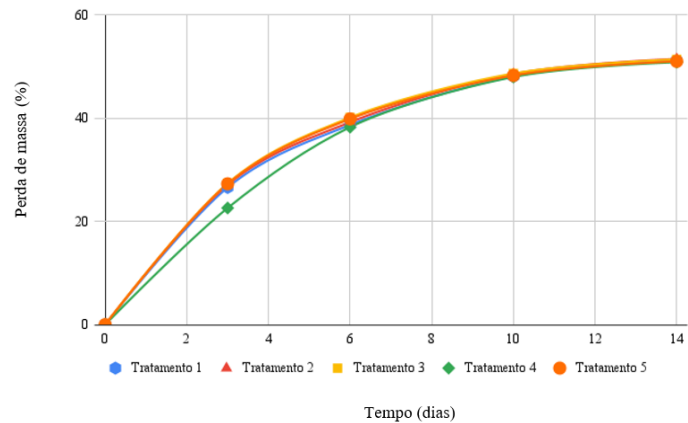
O experimento foi conduzido em triplicata para cada tratamento, e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliação de possíveis efeitos significativos entre os tratamentos. Quando identificadas diferenças significativas (p<0,05), aplicou-se o teste de Tukey para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva representando a perda de massa dos salames elaborados se encontra na Figura 5. Os produtos, de forma geral, apresentaram uma perda de aproximadamente 51% da massa inicial durante o período de maturação e secagem de 14 dias, valor considerado ideal para produtos cárneos fermentados secos, que idealmente devem apresentar perdas superiores a 40% (6). Segundo Inô *et al.* (18), a redução de peso nos salames durante o processamento é um fenômeno natural que ocorre principalmente na etapa de secagem, caracterizando-se pela perda gradual de água e substâncias hidrossolúveis.

O processo se intensifica durante a fermentação, quando a acidificação do produto faz com que as proteínas miofibrilares da carne atinjam seu ponto isoelétrico, liberando grande parte da água retida na matriz proteica. A rápida perda de água apresentada pelos produtos pode estar relacionada com o fato deles secarem a temperatura ambiente, o que não permite o controle de parâmetros como temperatura ambiente, velocidade de circulação do ar, umidade relativa durante a maturação e tempo total de processamento, os quais em conjunto determinam a quantidade de água eliminada e consequentemente influenciam a textura final do produto (18) (19).

Figura 5 – Mudanças na perda de massa durante o período de maturação e secagem dos salames elaborados com e sem adição da farinha da casca de maracujá.



T1 (10% toucinho, 0% FCM); T2 (7,5% toucinho, 2,5% FCM); T3 (5% toucinho, 5% FCM); T4 (2,5% toucinho, 7,5% FCM); e T5 (0% toucinho, 10% FCM).

Fonte: Própria (2025)

A Tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos analisados nos salames elaborados com diferentes níveis de substituição da gordura suína por farinha de maracujá.

Tabela 2 – Resultado das análises físico-químicas dos salames tipo italiano com substituição parcial de gordura por farinha de maracujá.

Amostras	Aw	Umidade (%)	Cinzas (%)	pH	Acidez (% Ac. Lático)
T1	0,642 ^a ± 0,00	26,85 ^a ± 0,26	11,66 ^a ± 1,30	6,18 ^a ± 0,01	1,09 ^a ± 0,04
T2	0,636 ^{ab} ± 0,00	28,23 ^{ab} ± 0,68	12,38 ^a ± 0,23	5,55 ^b ± 0,07	1,44 ^b ± 0,06
T3	0,630 ^{bc} ± 0,00	29,35 ^b ± 0,42	11,92 ^a ± 0,96	5,33 ^b ± 0,05	1,76 ^c ± 0,08
T4	0,636 ^{ab} ± 0,00	28,46 ^b ± 0,74	10,69 ^a ± 0,32	5,24 ^b ± 0,13	1,94 ^d ± 0,06
T5	0,627 ^c ± 0,00	28,28 ^b ± 0,22	11,51 ^a ± 0,70	5,44 ^b ± 0,30	1,46 ^b ± 0,07

T1 (10% toucinho, 0% FCM); T2 (7,5% toucinho, 2,5% FCM); T3 (5% toucinho, 5% FCM); T4 (2,5% toucinho, 7,5% FCM); e T5 (0% toucinho, 10% FCM). Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: Própria (2025)

A atividade de água (Aw) é um parâmetro fundamental na tecnologia de alimentos, representando a água livre disponível para reações bioquímicas e crescimento microbiano. Em produtos cárneos fermentados como salames, o parâmetro assume especial importância por seu papel na segurança microbiológica, estabilidade do produto e características sensoriais (20). A atividade de água é um fator determinante para o controle de microrganismos, além de influenciar diretamente as reações enzimáticas que ocorrem durante o processo de maturação (21).

Os valores da atividade de água dos salames elaborados variaram de 0,642 ± 0,00 (T1) a 0,627 ± 0,00 (T5), estando assim todos abaixo do limite de 0,90 estabelecido pela legislação brasileira (3). Os resultados mostrados na tabela 2 demonstram que a incorporação de farinha de maracujá como substituto parcial de gordura influenciou suas

características tecnológicas, apresentando tendência à redução conforme o aumento da substituição da gordura por farinha.

Os resultados obtidos em todas as formulações são expressivamente mais baixos do que os encontrados por Campagnol *et al.* (22) que registraram A_w em torno de 0,87 em salames adicionados de extrato de marcela, enquanto Inô *et al.* (18) relataram valores de A_w entre 0,700 e 0,717 em salames tipo italiano com e sem culturas iniciadoras, sendo esses valores já considerados satisfatórios para garantir estabilidade do produto durante a maturação. Essa diminuição pode estar relacionada à capacidade higroscópica da farinha de maracujá, decorrente de seu alto teor de fibras alimentares, especialmente a pectina, que possui propriedades gelificantes e de alta retenção de água. Esses compostos interagem com a matriz cárnea, promovendo a reorganização da água livre, o que reduz sua disponibilidade para reações microbiológicas e físico-químicas indesejadas (4) (23).

Para além disso, conforme descrito por Backes *et al.* (6), quando o pH se aproxima do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares (5,3), ocorre redução na capacidade de retenção de água, acelerando a desidratação e consequentemente diminuindo a A_w . Este fenômeno pode ser observado no estudo, onde o decréscimo do pH foi acompanhado pelo decréscimo na atividade de água, sendo que as amostras T4 e T5 se apresentaram divergentes dessa afirmação, possivelmente em razão da elevada proporção de farinha de casca de maracujá, cuja capacidade de retenção hídrica pode ter limitado a relação direta entre pH e A_w , sugerindo uma limitação tecnológica quanto ao nível de substituição (4) (23).

Ademais, o pH e a acidez titulável são parâmetros fundamentais na caracterização de produtos cárneos fermentados, como os salames tipo italiano, pois refletem a atividade das bactérias ácido-láticas durante o processo de fermentação (18). A acidez titulável, expressa em termos de ácido lático, fornece uma visão complementar ao pH, representando a quantidade total de ácidos orgânicos presentes e, portanto, o grau de fermentação e maturação do produto. Esses dois parâmetros estão interligados: quanto maior a produção de ácidos orgânicos, menor tende a ser o pH. Essa acidificação é essencial para a inibição de microrganismos patogênicos, além de influenciar características como textura, sabor, cor e estabilidade química dos embutidos (5) (18).

Nos salames elaborados neste estudo, os valores de pH variaram de $6,18 \pm 0,01$ (T1) a $5,24 \pm 0,13$ (T4), enquanto a acidez titulável oscilou entre $1,09 \pm 0,04\%$ (T1) e $1,94 \pm 0,06\%$ (T4) de ácido lático. Esses resultados indicam uma tendência clara de redução do pH e aumento da acidez com o uso progressivo da farinha de maracujá, especialmente até o tratamento T4. Tal tendência foi estatisticamente confirmada pelo teste de Tukey e a amostra T1, sem adição de farinha de maracujá, apresentou pH significativamente superior aos demais tratamentos, e T4 foi a que se destacou com maior acidez titulável, diferenciando-se estatisticamente dos outros grupos. Contudo, em T5 observou-se uma leve divergência, com discreta elevação do pH e redução da acidez, o que pode indicar que níveis muito elevados de substituição (10%) não favorecem a mesma intensidade de fermentação. Esse resultado sugere que a substituição total de gordura pode não ser tecnologicamente ideal.

A acidificação mais acentuada em T3 e T4 pode ser atribuída à presença de fibras solúveis e açúcares fermentáveis na farinha de maracujá, como a pectina, que atua como substrato adicional para as bactérias ácido-láticas. Moura *et al.* (4) confirmam que a casca do maracujá apresenta elevada concentração de pectina e fibras com potencial funcional que favorecem a atividade fermentativa.

Em comparação, Inô *et al.* (18), ao analisarem salames tipo italiano com culturas iniciadoras, observaram valores de pH entre 5,62 e 5,66, com acidez titulável não superior a 3,15%. Apesar da diferença no valor de acidez, que em seu caso foi mais alto que o do presente estudo, os valores de pH observados neste estudo foram mais baixos, o que pode sugerir acidificação mais eficiente na presença da farinha de maracujá.

Tratando-se da análise do teor de cinzas, a legislação brasileira não trata sobre valores específicos em salames tipo italiano. No entanto, sabe-se que o teor de cinzas corresponde a fração inorgânica remanescente após incineração da amostra, sendo indicativo da quantidade total de minerais presentes, como cálcio, ferro, potássio e magnésio (2).

No presente estudo, os valores de cinzas obtidos variaram entre $10,69 \pm 0,32$ % (T4) e $12,38 \pm 0,23$ % (T2). O tratamento T2, que apresentou um dos menores níveis de substituição de gordura por farinha de maracujá, registrou o maior valor, enquanto o T4 teve o menor. O tratamento controle (T1), sem adição de farinha, apresentou $11,66 \pm 1,30$ %, ficando em um nível intermediário em relação aos demais. Esses valores foram consideravelmente superiores aos geralmente relatados na literatura, o que pode ser atribuído à incorporação da farinha de maracujá, rica em minerais provenientes do albedo da fruta (4). Entretanto, segundo a análise de variância (ANOVA) não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$). Isso sugere que, apesar da variação numérica observada, a adição de farinha de maracujá não influenciou significativamente o teor de cinzas nos salames elaborados neste estudo. Resultados semelhantes foram obtidos por Cavallari Júnior *et al.* (7) em salames com biomassa de banana verde, em que a quantidade de biomassa adicionada não alterou significativamente o teor de cinzas dos salames.

CONCLUSÕES

A utilização da farinha de maracujá como substituto da gordura em produtos cárneos representa um avanço no aproveitamento de subprodutos agroindustriais, alinhando o desenvolvimento desses produtos às crescentes demandas por alimentos mais saudáveis, sustentáveis e com apelo funcional. Além de contribuir para a redução do teor de gordura, esse ingrediente oferece fibras alimentares, compostos bioativos e uma matriz que favorece a fermentação natural. A substituição parcial da gordura suína por farinha de maracujá na formulação de salames tipo italiano demonstrou ser uma estratégia viável do ponto de vista tecnológico.

Dessa forma, este estudo contribui para a inovação na indústria de embutidos, ao apresentar uma alternativa que mantém a viabilidade do processamento e atende aos requisitos legais do produto. Futuras pesquisas poderão aprofundar a análise sensorial e microbiológica, com o objetivo de otimizar ainda mais a qualidade e a aceitação desses alimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA, Campus Barreiras, à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do IFBA e ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa (PIBITI/CNPq) a primeira autora.

REFERÊNCIAS

1. Maia Júnior JA, Henry FC, Moraes Neto JNS, Santos Júnior AC, Regis SA, Quirino CR, *et al.* Efeito da redução do teor de gordura e sódio na cor e textura instrumental de embutido defumado ovino. 29ª Semana Agronômica do CCAE/UFES – SEAGRO 2018; 2018 set 17-21; Alegre, ES, Brasil. Alegre: UFES, 2018.
2. Deduch G, Dias LF, Yamaguchi MM. Desenvolvimento e avaliação físico-química do salame tipo italiano com substituição parcial de cloreto de sódio. Tópicos em ciências e tecnologia de alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas. Vol. 5. São Paulo: Blucher; 2020. p. 175-198.
3. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa SDA nº 22, de 31 de julho de 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Copa, de Jerked Beef, de Presuntos tipo Parma, de Presunto Cru, de Salame, de Salaminho, de Salame tipo Alemão, de Salame tipo Calabrês, Salame tipo Friolano, Salame tipo Napolitano, de Salame tipo Hamburguês, de Salame tipo Italiano, de Salame tipo Milano, de Linguíça Colonial e Pepperoni. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2000.
4. Moura KPA, Almeida APF, Oliveira ATC, Queiroz VF, Miranda KWE, Mendes LG, *et al.* Farinha do albedo do maracujá (*Passiflora edulis* Sims) para o enriquecimento de produtos cárneos: uma revisão. Research, Society and Development. 2021;10(8).
5. Scorsio MAC. Avaliação sensorial de salame tipo italiano com substituição parcial do toucinho por farinha de linhaça dourada. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2015.
6. Backes AM, Terra NN, Milani LIG, Rezer APS, Lüdtke FL, Cavaleiro CP, *et al.* Características físico-químicas e aceitação sensorial de salame tipo italiano com adição de óleo de canola. Semina: Ciências Agrárias. 2013; 34(6 Supl 2):3709-3720.
7. Cavallari Junior C, Santos RGD, Miranda TR, Mandalozzo ES. Elaboração, avaliação microbiológica e caracterização físico-química de salame curado com adição de probióticos e prebióticos. Brazilian Journal of Food Research. 2020; 11(3):137-51.
8. Tórrez CMM. Evaluación del uso de albedo de maracuyá (*Passiflora edulis*) y toronja (*Citrus paradisi*) como extensor con fibra en una salchicha frankfurter de pollo. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Zamorano (HN): Escuela Agrícola Panamericana; 2015.
9. Silva PC, Almeida ME, Lima MES, Braga RC, Silva AKM, Sá DMAT. Caracterização físico-química de farinhas não tradicionais e sua aplicação em barras de cereais. Research, Society and Development. 2021; 10(9):e60010918415.

10. Barros APSM, Silva MAAD. Avaliação físico-química de hambúrguer bovino formulado com diferentes concentrações da farinha do albedo do maracujá. Anais do IX Congresso de Iniciação Científica do IFPE; 2014; Caruaru. Caruaru: IFPE; 2014.
11. Manzoli AL, Araújo DL, Julião GB, Eduardo AMLN. Farinha de Maracujá-Amarelo – *Passiflora edulis* F. Flavicarpa: Aplicabilidade no tratamento da Diabetes Mellitus Tipo II. Rev. Ibero-Am. Humanid. Cienc. Educ. 2021; 7(5):462-79.
12. Silva ECO, Silva WP, Silva ET, Lopes JD, Gusmão RP. Obtenção e caracterização da farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) para uso alimentício. Rev. Verde. Agroecol. Desenvolv. Sustent. 2016; 11(3):69-74.
13. Lima IA. Elaboração e caracterização de salame de cordeiro Santa Inês. [Dissertação]. Itapetinga (BA): Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2009.
14. Lima IA, Santos-Cruz CL, Cavenaghi AD, Cruz CAC, Lima TR. Elaboração de salame de cordeiro tipo italiano. Rev. Nac. Carne. 2011; 418:54-63.
15. AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. Vol. 2. Gaithersburg: AOAC International; 2000.
16. Terra NN, Brum MAR. Carne e seus derivados: técnica de controle de qualidade. São Paulo: Nobel; 1988.
17. Matos RA, Menezes CM, Ramos ER, Ramos ALS, Gomide LAM. Efeito do tipo de fermentação na qualidade final de embutidos fermentados cozidos elaborados à base de carne ovina. Bol. Cent. Pesqui. Process. Aliment. 2007; 25(2):225-34.
18. Inô MMO, Oliveira AM, Almeida LFS, Lima IA. Interferência de culturas iniciadoras nos parâmetros químicos e físico-químicos durante as etapas de processamento de salames tipo italiano. Braz. J. Develop. 2021; 7(2):14153-70.
19. Heckler PL. Alterações físicas e físico-químicas de salame tipo italiano durante o período de maturação. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Francisco Beltrão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2015.
20. Terra NN, Freitas RJS, Cichoski AJ. Atividade de água, pH, umidade e desenvolvimento de *Staphylococcus xylosus* durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2007; 27(4):756-60.
21. Roselino MN. Desenvolvimento de um embutido cárneo fermentado, com teores reduzidos de gordura e sais de cura, através da utilização de culturas probióticas. [Tese]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista; 2016.
22. Campagnol PCB, Fries LLM, Terra NN, Santos BA, Furtado AS, Toneto ERL, et

- al.* The influence of *Achyrocline satureioides* ("Marcela") extract on the lipid oxidation of salami. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2011; 31(1):101-5.
23. Souza MWS, Ferreira TBO, Vieira IFR. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. *Alim Nutr.* 2008; 19(1):33-6.

Capítulo 10
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-10
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE
HAMBÚRGUERES ADICIONADOS DE FARINHA DE CASCA DE
MARACUJÁ EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA GORDURA

Brenda Domingues de Souza *; **Amanda Cristina Freitas da Silva **; **Emilly**
Raniely Ramos Jeremias ; **Ítalo Abreu Lima **

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:*
brenda.domingues01@gmail.com

Resumo: Hambúrgueres são produtos cárneos amplamente consumidos devido à praticidade e versatilidade, porém seu alto teor de gordura, que pode chegar a 25%, tem despertado preocupações relacionadas à saúde. Este estudo teve como objetivo desenvolver hambúrgueres bovinos com teor reduzido de gordura por meio da incorporação de farinha de casca de maracujá (FCM) em diferentes concentrações (0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%, com base no peso da carne utilizada na formulação), avaliando seus efeitos nas características físico-químicas do produto. A adição de FCM acima de 5% resultou em aumento significativo ($p < 0,05$) da atividade de água, com valor máximo de 0,944 na formulação com 10% de FCM, em comparação ao controle (0,931). O pH reduziu progressivamente, de 5,74 no controle para 5,18 na formulação com maior teor de FCM, refletindo a acidez do ingrediente. A acidez titulável aumentou com a adição de FCM (de 0,69% para 0,99%). As formulações com FCM apresentaram maior umidade e teor de cinzas em relação ao controle. Em relação às propriedades tecnológicas, o rendimento de cocção foi estável, exceto entre as formulações com 5% e 7,5% de FCM. Não houve variações significativas no encolhimento, e a retenção de umidade foi mantida até 10% de FCM. Considerando esses resultados, a FCM pode ser considerada uma alternativa viável e promissora para a redução de gordura em hambúrgueres, combinando benefícios tecnológicos e sustentáveis.

Palavras-chave: farinha de casca de maracujá; gordura; hambúrguer.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a aceleração do ritmo de vida e a crescente busca por alimentos rápidos e práticos têm impulsionado o consumo de produtos industrializados (1). De acordo com dados apresentados pelo Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da USP (2), na última década, o consumo de ultraprocessados aumentou cerca de 5,5% um crescimento que não se deve apenas à praticidade, mas também à diversificação das opções oferecidas pela indústria alimentícia (3).

Entre os alimentos mais populares estão os produtos cárneos, como os hambúrgueres, que se destacam pela facilidade de preparo, alta palatabilidade e baixo custo (4). Contudo, o alto teor de gordura desses produtos, que pode atingir até 25% de sua composição (5), tem gerado preocupações sobre os impactos à saúde, como o aumento da pressão arterial, o excesso de gordura no sangue e a obesidade (6). Para mitigar esses efeitos, diversas pesquisas têm sido intensificadas com o objetivo de desenvolver formulações que reduzam o teor de gordura sem comprometer as qualidades sensoriais do produto (7).

Uma alternativa promissora para essa redução é a utilização de farinhas de origem vegetal, como a farinha de casca de maracujá. Em 2023, o Brasil produziu cerca de 700 mil toneladas de maracujá, cultivadas em uma área de 46 mil hectares, consolidando-se como um dos maiores produtores mundiais (8). A maior parte dessa produção é destinada ao consumo interno, seja *in natura* ou processada, em forma de sucos concentrados, bebidas prontas, geleias e doces (9). Contudo, o processamento do maracujá gera uma grande quantidade de resíduos, com aproximadamente 90% do fruto sendo descartado (10). Dentre esses resíduos, cerca de 62% correspondem à casca, que é composta pelo flavedo (parte amarela) e o albedo (parte branca) (11).

Dentre os componentes da casca, o albedo se destaca por sua rica composição nutricional e funcional. Ele contém uma variedade de nutrientes e compostos bioativos, como niacina (Vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo, além de fibras solúveis, como pectinas e mucilagens (12). Essas propriedades, somada à sua capacidade emulsificante, significativo poder de intumescimento e satisfatória solubilidade em água, tornam o albedo um excelente agente estabilizante, espessante e gelificante, o que favorece sua incorporação como ingrediente funcional em diversas formulações alimentícias (11).

Em suma, a farinha de casca de maracujá configura-se como uma fonte promissora de fibras alimentares, cujo aproveitamento representa uma estratégia duplamente vantajosa: além de conferir enriquecimento nutricional aos alimentos, constitui uma alternativa sustentável para valorização de subprodutos agroindustriais. Diante do exposto, esse estudo tem como objetivo desenvolver hambúrgueres com substituição de gordura suína por farinha de casca de maracujá e avaliar os efeitos dessa substituição nas propriedades físico-químicas do produto final.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria-prima

Para o desenvolvimento das formulações de hambúrguer, a matéria prima cárnea, a gordura suína (toucinho), a farinha de maracujá e os demais ingredientes utilizados para a elaboração dos produtos foram obtidos no comércio local da cidade de Barreiras-BA e processados nos Laboratórios de Tecnologia de Carnes e Derivados do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - Campus Barreiras.

Formulações e processamento

Para obtenção dos hambúrgueres, foram elaboradas cinco formulações (Tabela 1) com substituição parcial de toucinho por farinha de casca de maracujá (FCM), nas seguintes proporções: F1 (10% toucinho, 0% FCM); F2 (7,5% toucinho, 2,5% FCM); F3 (5% toucinho, 5% FCM); F4 (2,5% toucinho, 7,5% FCM); e F5 (0% toucinho, 10% FCM).

Tabela 1 - Formulações utilizadas na elaboração dos hambúrgueres com farinha de casca de maracujá em substituição a gordura.

Matéria-prima (massa)	(%)	Formulações				
		F1	F2	F3	F4	F5
Carne bovina - Acém (g)	90%	405	405	405	405	405
Toucinho (g)	*	40,50	30,38	20,25	10,12	0
Farinha de casca de maracujá (g)	**	0	10,12	20,25	30,38	40,50
TOTAL	100%	445,50	445,50	445,50	445,50	445,50
Ingredientes (em relação à massa total)						
Condimento global para hambúrguer (g)	4%	17,82	17,82	17,82	17,82	17,82
Água gelada (mL)	15%	66,82	66,82	66,82	66,82	66,82

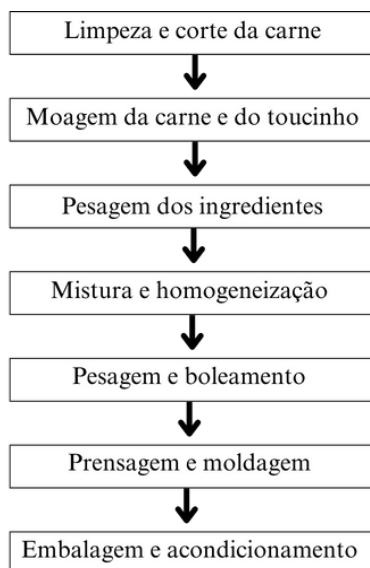
*As porcentagens de toucinho nas formulações F1, F2, F3, F4 e F5 são, respectivamente, 10%, 7,5%, 5%, 2,5% e 0%, calculadas com base no peso total da carne utilizado em cada formulação (405 g).

**As Porcentagens de FCM nas formulações F1, F2, F3, F4 e F5 são, respectivamente, 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%, também calculadas com base no peso total da carne utilizado em cada formulação (405 g).

Fonte: Própria (2025).

O processamento seguiu as etapas detalhadas no fluxograma descrito na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma de elaboração dos hambúrgueres.



Fonte: Própria (2025).

Inicialmente, a carne bovina (acém) foi submetida à limpeza, com remoção de gordura residual, nervos, aponeuroses e hematomas. Em seguida, foi cortada em pedaços menores e moída em disco de 8 mm, enquanto o toucinho foi moído separadamente em disco de 5 mm. Os ingredientes de cada formulação foram pesados conforme as proporções estabelecidas na Tabela 1 e transferidos para um recipiente, onde foram misturados manualmente até homogeneização.

A massa homogênea foi dividida em porções de 80 g, pesadas individualmente para garantir uniformidade. Cada porção foi boleada manualmente em formato esférico e, posteriormente, prensada em hamburgueira manual (diâmetro: 11 cm) para obtenção de formato e espessura padronizados. Por fim, os hambúrgueres foram embalados individualmente, identificados de acordo com a formulação correspondente e congelados a -18 °C até a realização das análises.

Análises físico-químicas

As análises foram realizadas no laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - Campus Barreiras. Para as análises de rendimento, foi considerado o peso e diâmetro das amostras antes e após o tratamento térmico (grelhamento), sendo calculado através de três parâmetros: porcentagem de rendimento (Equação 1), porcentagem de encolhimento (Equação 2) e retenção de umidade (Equação 3).

$$\text{Equação 01: \% rendimento} = \frac{\text{Peso da amostra cozida} \times 100}{\text{Peso da amostra crua}}$$

$$\text{Equação 02: \% encolhimento} = \frac{(\text{Diâmetro da amostra crua} - \text{Diâmetro da amostra cozida}) \times 100}{\text{Diâmetro da amostra crua}}$$

$$\text{Equação 03: \% retenção de Umidade} = \frac{(\text{peso da amostra cozida} \times \% \text{ umidade da amostra cozida}) \times 100}{\text{Peso da amostra crua} \times \% \text{ umidade da amostra crua}}$$

A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105 °C até peso constante e o resíduo mineral fixo por incineração em mufla a 550 °C, conforme metodologias oficiais da AOAC (13).

A atividade de água (*A_w*) foi medida utilizando um equipamento Aqualab digital (série 3TE, Decagon Devices, EUA). Para determinação do pH, 10 g de amostra triturada foram homogeneizadas com 100 mL de água destilada por 60 segundos, sendo a leitura realizada após 5 minutos de repouso, seguindo a metodologia de Terra e Brum (14).

A acidez foi determinada por titulação do homogenato com solução de NaOH 0,1M utilizando fenolftaleína como indicador, conforme descrito por Matos *et al.* (15), com resultados expressos em g de ácido láctico/100 g de hambúrguer.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o Software Excel 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físico-químicas

A Tabela 2 apresenta os resultados de média e desvio padrão das análises para as diferentes formulações:

Tabela 2 - Análises físico-químicas dos hambúrgueres formulados com adição da farinha de casca de maracujá.

Formulações	Atividade de água (Aw)	pH	Acidez titulável (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)
F1	0,931±0,005 ^a	5,74±0,04 ^a	0,69±0,03 ^a	65,85±1,45 ^a	7,55±0,39 ^a
F2	0,929±0,002 ^a	5,44±0,13 ^{ac}	0,78±0,05 ^{ac}	69,15±1,12 ^b	9,68±0,50 ^b
F3	0,936±0,003 ^{ac}	5,20±0,14 ^{bc}	0,91±0,05 ^{bc}	70,79±0,58 ^b	10,40±0,85 ^b
F4	0,939±0,001 ^{bc}	5,15±0,09 ^{bc}	0,91±0,07 ^{bc}	69,49±1,08 ^b	11,11±0,75 ^b
F5	0,944±0,002 ^b	5,18±0,15 ^{bc}	0,99±0,08 ^b	71,28±0,13 ^b	10,72±0,71 ^b

F1 (10% toucinho, 0% FCM); F2 (7,5% toucinho, 2,5% FCM); F3 (5% toucinho, 5% FCM); F4 (2,5% toucinho, 7,5% FCM); e F5 (0% toucinho, 10% FCM). Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: Própria (2025).

Para a atividade de água (Aw) o teste de Tukey revelou que as formulações F1 (0,931) e F2 (0,929), ambas com menor teor de FCM (0% e 2,5%, respectivamente), não diferiram significativamente entre si (p>0,05), porém apresentaram Aw significativamente menores que a formulação F5 (0,944). Já as formulações F3 (0,936) e F4 (0,939) apresentaram comportamento distinto, formando um grupo intermediário.

Estes resultados sugerem que a adição de FCM em teores acima de 5% promove aumento significativo na atividade de água dos hambúrgueres, com a formulação F5 (10% FCM) apresentando o maior valor de Aw (0,944). Este comportamento pode ser atribuído às características higroscópicas da FCM, que possui capacidade de reter água devido à sua composição rica em fibras (16). Os achados do presente estudo estão de acordo com as observações de Selani *et al.* (17), que não encontraram diferenças significativas (p>0,05) nos valores de Aw com a incorporação de até 2,5% de FCM em hambúrgueres bovinos com baixo teor de gordura e adição de subprodutos de frutas e óleo de canola.

Os valores médios de pH das formulações de hambúrgueres com diferentes concentrações de toucinho e FCM demonstraram variações significativas conforme a adição do ingrediente (Tabela 2). A formulação controle (F1) apresentou o maior valor médio de pH (5,74), diferindo significativamente (p<0,05) das formulações F3 (5,20), F4 (5,15) e F5 (5,18). A formulação F2 com pH de 5,44 apresentou um comportamento intermediário, não diferindo significativamente (p>0,05) nem do controle (F1) nem das formulações com maior teor de FCM (F3, F4 e F5).

Essa redução progressiva do pH nas formulações com maior teor de FCM pode ser atribuída à natureza ácida da farinha, conforme observado por Freire (18), que reportou pH de 3,92 para FCM desidratada e 4,29 para FCM liofilizada. Esse efeito acidificante também foi descrito por López-Vargas *et al.* (19) em hambúrgueres suínos adicionados de FCM, onde o pH diminuiu de 5,77 (controle) para 5,57 (2,5% FCM) e 5,46 (5% FCM), tendência semelhante à observada neste estudo.

Quanto à acidez titulável, a adição da FCM revelou diferenças significativas entre as formulações. A formulação controle F1 apresentou o menor valor de acidez (0,69%) diferenciando significativamente das demais formulações com exceção de F2 que apresentou valores de acidez titulável de 0,78%. A formulação F5 (10% FCM) apresentou o maior valor (0,99%) seguida das demais formulações com 2,5% a 7,5% de FCM que mantiveram valores entre 0,78% e 0,91%, resultados estes superiores aos reportados por Souza *et al.* (20) para hambúrgueres com biomassa de banana verde (0,74-0,85%).

Quanto aos valores de umidade, a formulação controle (F1) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a todas as demais formulações contendo FCM. Esses resultados são consistentes com os achados de Gonçalves e Magalhães (21), que também observaram aumento significativo ($p < 0,05$) na umidade de hambúrgueres formulados com farinha de casca de maracujá, quando houve substituição de 50% e 100% da gordura pelo ingrediente.

Em relação aos teores de cinzas, os resultados demonstraram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre a formulação controle F1 e as demais formulações contendo FCM (F2-F5), conforme evidenciado pelo teste de Tukey. Este aumento consistente nos teores de cinzas nas formulações com FCM corrobora os achados de Oliveira *et al.* (22), que observaram incremento significativo ($p < 0,05$) nos teores de cinzas em hambúrgueres bovinos com adição de farinha de linhaça como substituto de gordura animal. Vale ressaltar que todas as formulações com FCM (F2-F5) apresentaram teores de cinzas estatisticamente equivalentes entre si, ou seja, sem diferença significativa.

Características tecnológicas

A Tabela 3 apresenta os resultados de média e desvio padrão de rendimento, encolhimento e retenção de umidade para as diferentes formulações:

Tabela 3 - Porcentagem de rendimento, encolhimento e retenção de umidade das formulações de hambúrgueres com adição de farinha de casca de maracujá.

Formulações	Rendimento (%)	Encolhimento (%)	Retenção de umidade (%)
F1	61,73±1,89 ^a	23,28±2,04 ^a	47,69±0,76 ^a
F2	60,75±1,49 ^a	26,84±2,87 ^a	42,55±1,93 ^{a,b}
F3	57,99±1,96 ^{a,b}	23,50±1,87 ^a	40,72±6,09 ^{a,c}
F4	64,86±3,13 ^{a,c}	24,48±4,68 ^a	54,60±4,31 ^{a,d}
F5	60,56±0,78 ^a	18,01±4,14 ^a	46,27±1,42 ^a

F1 (10% toucinho, 0% FCM); F2 (7,5% toucinho, 2,5% FCM); F3 (5% toucinho, 5% FCM); F4 (2,5% toucinho, 7,5% FCM); e F5 (0% toucinho, 10% FCM). Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Própria (2025).

Em relação ao rendimento de cocção, os resultados demonstraram homogeneidade entre as formulações, com exceção de F3 e F4, que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Essa similaridade na maioria das amostras sugere que a adição de FCM em diferentes concentrações (0% a 10%) não afetou drasticamente a retenção de líquidos durante o processamento térmico.

Os resultados de Minholi *et al.* (23) mostraram tendência similar, onde as formulações com FCM (F2: 10% FCM e F3: 12% FCM) apresentaram maior rendimento após fritura (74,95% e 77,69%, respectivamente) em relação ao controle (F4: 0%), embora sem diferença significativa ($p > 0,05$). Em contrapartida, Gonçalves e Magalhães (21) observaram diferenças significativas no rendimento ao substituírem 50% e 100% da gordura por farinha de casca de maracujá, possivelmente devido às distintas concentrações utilizadas.

Quanto ao encolhimento, a análise de variância (ANOVA) não detectou diferenças significativas entre as formulações ($F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabelado}}$), indicando que a adição de FCM não influenciou este parâmetro. Esse resultado diverge do estudo de Gonçalves e Magalhães (21), que reportaram uma redução no encolhimento com a substituição total da gordura por farinha de maracujá.

Em relação a retenção de umidade, os resultados demonstraram que a formulação controle F1 (0% FCM) não apresentou diferenças significativas em relação às demais formulações ($p > 0,05$), exceto pelas interações específicas entre F2-F4 e F3-F4. Esses achados sugerem que a adição de FCM em concentrações de até 10% não compromete a capacidade de retenção de umidade do produto. Apesar desses resultados, outros autores observaram que a adição de farinhas provenientes de ingredientes com maior concentração de fibras promoveu aumento na capacidade de retenção de umidade. Esse efeito foi demonstrado no estudo de Fernandes e Pizato (24), que verificaram em hambúrgueres bovinos com 10% de farinha de sorgo um aumento significativo na retenção de umidade durante o grelhamento corroborando que a incorporação de ingredientes fibrosos pode melhorar essa propriedade tecnológica.

CONCLUSÕES

A adição de farinha de casca de maracujá como ingrediente alternativo para substituição parcial de gordura em hambúrgueres exerceu influência significativa sobre diversas propriedades físico-químicas, tais como: aumento da atividade de água (A_w), redução do pH, aumento da acidez titulável, aumento do teor de cinzas e aumento de umidade. Entretanto, no que diz respeito às propriedades tecnológicas, a farinha de casca de maracujá não apresentou o mesmo desempenho positivo, com resultados menos expressivos em parâmetros como rendimento de cocção, encolhimento e retenção de umidade, efeito possivelmente atrelado às concentrações utilizadas para realização do presente estudo. Embora a farinha de casca de maracujá tenha se mostrado promissora como alternativa para modificação de algumas propriedades físico-químicas, sua aplicação em escala industrial requer estudos complementares que avaliem outros parâmetros como: a qualidade microbiológica do produto final, sua estabilidade durante o armazenamento e, principalmente, sua aceitação sensorial junto aos consumidores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, Campus Barreiras, à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós Graduação e Inovação do IFBA e à FAPESB pela concessão da bolsa de pesquisa (PIBIC/FAPESB) a primeira autora.

REFERÊNCIAS

1. Kempinski EMBC, Valero MV, Guerrero A, Ornaghi M, Vital AC, Mottin C, et al. Preocupação deste século: longevidade com alimentação saudável. *Pubsaúde*. 2018; 1:1-10.
2. Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo - NUPENS/USP. Consumo de alimentos ultraprocessados aumenta 5,5% em dez anos. São Paulo (SP): NUPENS/USP; 2023 [acesso em 20 Ago 2025]. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/consumo-de-alimentos-ultraprocessados-aumenta-55-em-dez-anos/>.
3. Santos MS. Propriedades tecnológicas e aceitação sensorial de hambúrguer de carne bovina adicionado de farelo de arroz desengordurado [dissertação]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Pampa; 2015.
4. Pinto JRR, Costa FN. Consumo de produtos processados e ultraprocessados e o seu impacto na saúde dos adultos. *Res Soc Dev*, 2021; 10:e568101422222-e568101422222.
5. Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução Normativa nº 724, de 23 de dezembro de 2022. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer. Diário Oficial da União, Brasília (DF); 2022.
6. Oliveira DF, Coelho AR, Burgardt VCF, Hashimoto EH, Lunkes AM, Marchi JF, et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. *Braz J Food Technol*. 2013;16:163-174.
7. Novello D, Pollonio MAR. Tendências na reformulação de produtos cárneos. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*. 2015;13:689-702.
8. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) . Produção de maracujá no ano de 2023 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE, 2023 [acesso em 22 de ago. de 2025]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>.
9. Faleiro FG. Maracujá: fruta nativa do Brasil para o mundo. *Campos & Negócios: Anuário HF*. 2022;:79-81.
10. Coelho EM. Caracterização físico-química e possíveis aplicações tecnológicas da farinha da casca do maracujá [dissertação]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2015.
11. Silva CO, Pessoa LB, Vega MRC. Resíduos de maracujá provenientes da indústria de alimentos para a produção de subprodutos: uma revisão de literatura. In: *Avanços em ciência e tecnologia de alimentos*. Editora Científica Digital. 2021;5:383-398.

12. Nascimento ER, Pinto ESA. Verificação da aceitabilidade de alimentos produzidos com farinha da casca de maracujá (*passiflora edulis*): revisão integrativa da literatura. *Nutrivisa Rev Nutr Vigilância Saúde*. 2021;8:e9598.
13. AOAC International. Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg (MD): AOAC International; 2000. v. 2.
14. Terra NN, Brum MAR. Carne e seus derivados: técnica de controle de qualidade. São Paulo: Nobel; 1988.
15. Matos RA, Mota C, Ramos E, Ramos ALS. Efeitos do tipo de fermentação na qualidade final de embutidos fermentados cozidos elaborados à base de carne ovina. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*. Curitiba; 2007;25:225–234.
16. Souza MWS, Ferreira TBO, Vieira IFR. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. *Alim Nutr Araraquara*. 2008;19:33–36.
17. Selani MM, Margiotta GB, Piedade SMS, Contreras-Castillo CJ. Physicochemical, sensory and cooking properties of low fat beef burgers with addition of fruit byproducts and canola oil. *Int Proc Chem Biol Environ Eng*. 2015;81:58–65.
18. Freire LS. Efeito do processamento sobre a composição e o potencial tecnológico da farinha de casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) [dissertação]. Teresina: Universidade Federal do Piauí; 2019.
19. López-Vargas JH, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA, Viuda-Martos M. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Meat Sci*. 2014;97:270–276.
20. Souza MN, Paranaguá NS, Costa DKF, Lopes VF, Lima IA. Elaboração de hambúrguer com adição de biomassa de banana verde. *Rev Online JCTOB*. 2023;3:132–145.
21. Gonçalves LDA, Magalhães GL. Hambúrguer bovino com substituição da gordura por farinha da casca de maracujá. *Rev Verde Agroecol Desenvolv Sustentável*. 2018;13(4).
22. Oliveira DF, Mileski JPF, Carli CG, Marchi JF, Silva DC, Coelho AR, et al. Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio. *Braz J Food Technol*. 2014;17(4):273–282.
23. Minholi JT, Vivian R, Castrillon OV, Cunha AC. Efeitos da incorporação da farinha da casca de maracujá nas características de um produto reestruturado bovino. *JENPEX*. 2017;37.
24. Fernandes ABC, Pizato S. Elaboração de hambúrguer de carne bovina com adição de farinha de sorgo (*Sorghum vulgare*). *Rev PubSaúde*. 2019;2:1–15.

Capítulo 11
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-11
TENDÊNCIAS NA FORMULAÇÃO DE ALIMENTOS PARA
PRIMEIRA INFÂNCIA: INCLUSÃO DE COMPOSTOS
BIOATIVOS

Elinae da Silva Gomes*^{ID} Adriela Albino Rydlewski^{ID} Jordania Lima de Souza
Setubal^{ID} Luana Cruz Muxfeldt^{ID} Luana Moraes Antonini^{ID} Marciele Alves
Bolognese^{ID} Ricardo Ribeiro Seixas^{ID}

* Autor correspondente – Email: elinae2108@gmail.com

Resumo

Compostos bioativos são substâncias presentes em alimentos ou sintetizadas por organismos vivos que, além de funções nutricionais básicas, apresentam propriedades fisiológicas capazes de promover benefícios adicionais à saúde. A primeira infância, compreendida do nascimento aos seis anos de idade, constitui a fase mais determinante para o desenvolvimento humano, estabelecendo as bases para a maturação cognitiva, emocional e social. Neste contexto, o presente capítulo discute avanços e desafios na formulação de alimentos funcionais destinados a lactentes e crianças pequenas, com ênfase na inclusão de compostos bioativos. São abordados os principais tipos de bioativos, suas fontes, mecanismos de ação e potenciais benefícios ao desenvolvimento imunológico, cognitivo e metabólico. E apresentadas as barreiras tecnológicas, sensoriais, regulatórias e de segurança, bem como estratégias inovadoras, incluindo microencapsulação, biotecnologia e nutrição personalizada. Por fim, são apresentadas tendências emergentes, como a adoção de ingredientes sustentáveis e a integração de ferramentas digitais para suporte nutricional individualizado. Assim pode se concluir que o futuro da formulação de alimentos infantis requer a convergência entre ciência, tecnologia, regulação e ética, visando à oferta de produtos seguros, eficazes e alinhados às necessidades específicas dessa faixa etária.

Palavras-chave:

Alimentos funcionais; compostos bioativos; primeira infância; inovação alimentar; segurança de alimentos.

1. INTRODUÇÃO

A alimentação adequada nos primeiros anos de vida é um determinante essencial para o crescimento saudável, o desenvolvimento neurológico e a prevenção de doenças ao longo da vida. O período dos mil primeiros dias, desde a concepção até o segundo ano de vida, é reconhecido como uma janela crítica para a nutrição, sendo considerado um dos principais moduladores epigenéticos da saúde futura (1). Nesse contexto, os alimentos destinados à primeira infância devem não apenas suprir as elevadas demandas nutricionais dessa fase, mas também assegurar segurança microbiológica, aceitação sensorial e funcionalidade biológica comprovada.

O crescente interesse pela nutrição funcional e preventiva tem impulsionado a incorporação de compostos bioativos na formulação de produtos infantis. Esses compostos incluem oligossacarídeos, peptídeos, ácidos graxos essenciais, polifenóis e carotenoides, os quais modulam processos metabólicos, imunológicos e neurológicos, favorecendo a promoção da saúde e a redução do risco de doenças crônicas desde os primeiros anos de vida (2). Contudo, devido às particularidades fisiológicas de lactentes, como imaturidade do trato gastrointestinal, sistema imunológico em desenvolvimento e microbiota instável, é imprescindível que haja evidência científica robusta acerca da segurança e eficácia antes da introdução de novos ingredientes funcionais (3).

Além disso, a formulação de alimentos infantis é regulada por normas rigorosas de agências nacionais e internacionais, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a European Food Safety Authority (EFSA) e o Food and Drug Administration (FDA), o que impõe barreiras adicionais à introdução de compostos inovadores. Esses desafios têm estimulado o desenvolvimento de soluções tecnológicas como microencapsulação, produção biotecnológica de ingredientes e formulações com rotulagem limpa, alinhadas à sustentabilidade e às exigências regulatórias(4).

Os compostos bioativos são moléculas naturalmente presentes em alimentos ou adicionadas intencionalmente a formulações, que, além de seu valor nutricional básico, apresentam efeitos fisiológicos benéficos à saúde. No contexto da primeira infância, essas substâncias têm ganhado destaque devido ao seu potencial em atuar na prevenção de doenças crônicas, distúrbios imunológicos e inflamatórios desde os primeiros meses de vida(4). Entre os compostos bioativos de maior relevância para essa faixa etária destacam-se os oligossacarídeos do leite humano (Human Milk Oligosaccharides – HMOs), prebióticos como a inulina e os frutooligosacarídeos (FOS), probióticos — com ênfase em cepas de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* —, peptídeos bioativos, polifenóis, carotenoides e ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa, como o ácido docosa-hexaenoico (DHA) (5).

Estudos indicam que esses compostos podem modular a microbiota intestinal, favorecer o desenvolvimento imunológico, contribuir para o neurodesenvolvimento e otimizar funções cognitivas (2,5). As fontes naturais desses bioativos incluem o leite materno, frutas e vegetais pigmentados, leguminosas, cereais integrais e organismos marinhos. Avanços na biotecnologia alimentar têm viabilizado a produção de oligossacarídeos sintéticos e peptídeos funcionais por fermentação microbiana controlada ou engenharia genética, permitindo sua aplicação em fórmulas infantis e alimentos complementares (6).

Apesar do potencial, a utilização desses compostos em produtos para lactentes e crianças pequenas requer avaliação criteriosa quanto à segurança, estabilidade durante o processamento térmico, interação com a matriz alimentar e biodisponibilidade no trato gastrointestinal imaturo. Evidências sugerem que a introdução precoce e segura desses bioativos pode contribuir para a tolerância

imunológica, reduzir o risco de alergias alimentares e favorecer o estabelecimento de uma microbiota intestinal eubiótica, fundamental para a maturação do sistema imunológico e para o equilíbrio do eixo intestino-cérebro(7).

Compreender o papel dos compostos bioativos na alimentação infantil é perceber que esse assunto vai muito além da simples adição de ingredientes a um produto. Assim este capítulo objetiva apresentar o potencial dos compostos bioativos na aplicação em formulações alimentares e os desafios tecnológicos e regulatórios para sua utilização segura e eficaz.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2.1 Compostos Bioativos: Definição, Fontes e Benefícios na Primeira Infância

Os compostos bioativos são moléculas naturalmente presentes em alimentos ou adicionadas intencionalmente a formulações, que, além de seu valor nutricional básico, apresentam efeitos fisiológicos benéficos à saúde. São substâncias encontradas nos alimentos, como os polifenóis, carotenoides, compostos sulfurados e nitrogenados, pigmentos e vitaminas, ácidos graxos poli-insaturados, fibras, probióticos e prebióticos reconhecidos por suas propriedades benéficas à saúde humana (20).

Portanto no contexto da primeira infância, essas substâncias têm ganhado destaque devido ao seu potencial em atuar na prevenção de doenças crônicas, distúrbios imunológicos e inflamatórios desde os primeiros meses de vida (4). Assim todo bebê amamentado garante muitos benefícios na primeira infância (4).

São incontestáveis os benefícios do aleitamento materno para o binômio mãe-bebê. No entanto, ao se reconhecer a amamentação como um híbrido entre natureza e cultura, ela se torna um evento mais complexo do que o paradigma biomédico consegue explicar. Como prova disso, ainda são observadas altas taxas de desmame precoce, apesar das ações intensas promovidas pelas políticas públicas de incentivo ao aleitamento materno e da organização da sociedade civil em prol da amamentação. As ações de incentivo ao aleitamento materno no Brasil estão apoiadas em três pilares: apoio, promoção e proteção à prática da amamentação exclusiva até os 6 meses e complementada até os 2 anos de idade ou mais. Com isso, acredita-se ser possível melhorar a qualidade de vida e reduzir a desnutrição, a mortalidade infantil e as doenças crônicas não-transmissíveis na idade adulta(22).

Assim no leite humano são encontrados compostos bioativos e entre os compostos bioativos de maior relevância para essa faixa etária destacam-se os oligossacarídeos do leite humano (Human Milk Oligosaccharides – HMOs), são açúcares de cadeia longa que constituem o terceiro componente mais prevalente no leite humano, são agentes prebióticos que, presumivelmente, atuam por meio do aumento da proliferação de espécies de bifidobactérias benéficas e previnem a adesão de bactérias patogênicas ao epitélio intestinal. Os oligossacarídeos do leite humano previnem a lesão intestinal, em comparação com os oligossacarídeos sintéticos(20).

Dessa maneira garante que o bebê receba nutrientes essenciais para o desenvolvimento físico, ajudando-os a alcançar marcos importantes durante os primeiros anos (21).

E eles são prebióticos como a inulina e os frutooligosacarídeos (FOS), probióticos — com ênfase em cepas de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* —, peptídeos bioativos, polifenóis, carotenoides e ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa, como o ácido docosa-hexaenoico (DHA). Estudos indicam que esses

compostos podem modular a microbiota intestinal, favorecer o desenvolvimento imunológico, contribuir para o neurodesenvolvimento e otimizar funções cognitivas (2,5).

As fontes naturais desses bioativos incluem o leite materno. A variabilidade nos tipos e concentrações desses oligossacarídeos está associada às diferentes fases da lactação, sendo mais elevada no colostro (20g/L) em comparação com o leite maduro (5 a 12 g/L).²⁹ Essas variações são igualmente influenciadas pelo status genético materno, o qual determina as expressões das enzimas fucosiltransferases, α 1,2-fucosiltransferase 2 (FUT2) e α 1,3/4-fucosiltransferase 3 (FUT3), que catalisam a transferência de resíduos de fucose para moléculas específicas durante a glicosilação. Além disso as outras fontes como frutas e vegetais pigmentados, leguminosas, cereais integrais e organismos marinhos são avanços na biotecnologia alimentar têm viabilizado a produção de HMOs sintéticos e peptídeos funcionais por fermentação microbiana controlada ou engenharia genética, permitindo sua aplicação em fórmulas infantis e alimentos complementares (6).

Nos últimos dez anos, o campo de estudos que contempla os glicanos, como a 2'-FL, obteve um grande avanço em suas pesquisas. Esse fato resultou em um entendimento maior e mais profundo sobre as estruturas individuais dos HMOs e como se encontram no leite humano durante toda a lactação e em diferentes localidades geográficas.

Apesar do potencial, a utilização desses compostos em produtos para lactentes e crianças pequenas requer avaliação criteriosa quanto à segurança, estabilidade durante o processamento térmico, interação com a matriz alimentar e biodisponibilidade no trato gastrointestinal imaturo. Evidências sugerem que a introdução precoce e segura desses bioativos pode contribuir para a tolerância imunológica, reduzir o risco de alergias alimentares e favorecer o estabelecimento de uma microbiota intestinal eubiótica, fundamental para a maturação do sistema imunológico e para o equilíbrio do eixo intestino-cérebro (7).

2.2.Desafios na Formulação de Alimentos com Compostos Bioativos para Crianças

A incorporação de compostos bioativos em alimentos destinados à primeira infância apresenta desafios multidimensionais que envolvem aspectos tecnológicos, nutricionais, sensoriais, regulatórios e de segurança. Devido à fisiologia imatura de lactentes e crianças pequenas, o desenvolvimento de produtos com alegações funcionais requer atenção especial quanto à dosagem, forma de apresentação, estabilidade dos ingredientes e comprovação científica robusta de eficácia e segurança (8).

A principal questão é a estabilidade dos compostos durante o processamento e armazenamento. Tecnologias térmicas, como pasteurização e esterilização, frequentemente empregadas na produção de fórmulas e alimentos infantis, podem degradar compostos termossensíveis, como vitaminas, polifenóis, probióticos e ácidos graxos poli-insaturados (9). Para minimizar essas perdas, têm sido adotadas estratégias como microencapsulação, complexação com proteínas e utilização de matrizes protetoras que preservem a bioatividade ao longo da cadeia produtiva (10).

Outro desafio relevante é a biodisponibilidade. A absorção e utilização de compostos bioativos no organismo infantil podem ser limitadas pela forma química da substância, pH gástrico reduzido, ausência de determinadas enzimas digestivas e interações com outros nutrientes da matriz alimentar. Nesse sentido, estudos de digestibilidade *in vitro* e ensaios clínicos controlados são fundamentais para validar

a eficácia dos ingredientes em condições fisiológicas compatíveis com a infância (11).

A aceitabilidade sensorial também se apresenta como barreira crítica. Muitos compostos bioativos conferem sabores amargos, adstringentes ou residuais, além de alterações na cor e textura, o que pode reduzir a aceitação por parte das crianças e de seus cuidadores. Soluções incluem mascaramento de sabor por aromas naturais, ajustes de formulação e adequação da textura ao estágio de desenvolvimento do lactente (12).

O custo elevado de determinados bioativos, a complexidade tecnológica para sua incorporação e a necessidade de comprovação científica robusta restringem o desenvolvimento a empresas com capacidade técnica e infraestrutura avançada. Tal cenário pode acentuar desigualdades no acesso a alimentos inovadores, sobretudo em populações de baixa renda (13).

O atendimento às exigências regulatórias representa um obstáculo significativo. No Brasil, a Resolução RDC nº 727/2022 da ANVISA estabelece critérios rigorosos para o uso de ingredientes funcionais em alimentos infantis, exigindo a comprovação de segurança, ausência de toxicidade e eficácia funcional antes da autorização de uso (14). Esse rigor regulatório, embora necessário para a proteção da saúde infantil, demanda investimentos consideráveis em pesquisa, desenvolvimento e testes clínicos.

2.3. Regulamentações e Segurança na Formulação de Alimentos para a Primeira Infância

A formulação de alimentos destinados à primeira infância exige rigor técnico e científico, sobretudo no que se refere aos requisitos regulatórios e de segurança. Lactentes e crianças pequenas apresentam sistemas digestivo, imunológico e metabólico imaturos, tornando-os mais vulneráveis a contaminantes, desequilíbrios nutricionais e efeitos adversos de compostos bioativos. Dessa forma, a elaboração desses produtos deve atender a padrões legais específicos, assegurando composição adequada, inocuidade microbiológica, ausência de contaminantes e eficácia nutricional comprovada (15).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece regulamentações para a produção e comercialização de alimentos infantis, sendo a Resolução RDC nº 727/2022 a norma mais recente e abrangente. Esse regulamento define os ingredientes permitidos, limites de contaminantes, requisitos de rotulagem e restrições quanto a aditivos, assegurando que substâncias seguras para adultos não sejam automaticamente aplicadas à alimentação infantil sem comprovação específica de segurança (14).

Em âmbito internacional, agências como a European Food Safety Authority (EFSA), o Food and Drug Administration (FDA) e o Codex Alimentarius estabelecem diretrizes detalhadas para avaliação e aprovação de ingredientes bioativos e fórmulas infantis. A introdução de novos compostos exige estudos toxicológicos, ensaios clínicos e dados de biodisponibilidade compatíveis com a fisiologia infantil, garantindo segurança e eficácia (16).

A segurança microbiológica é outro ponto crítico. Patógenos como *Cronobacter sakazakii*, *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* representam risco elevado para lactentes, podendo causar quadros clínicos graves ou fatais. Por essa razão, as regulamentações exigem testes rigorosos e comprovação de ausência desses microrganismos nos produtos finais (17).

No que se refere à rotulagem, alegações funcionais como “fortalece a imunidade” ou “auxilia no desenvolvimento cerebral” só podem ser utilizadas mediante comprovação científica sólida e autorização da agência reguladora. É proibido realizar comparações diretas com o leite materno ou estimular o desmame precoce, reforçando a prioridade do aleitamento como base da alimentação na primeira infância (18).

Portanto, o cumprimento rigoroso das regulamentações não apenas assegura a segurança e a qualidade dos alimentos funcionais infantis, mas também representa um compromisso ético e científico com a saúde e o bem-estar da população infantil.

2.4. Perspectivas Futuras na Inovação de Alimentos para Primeira Infância

As inovações no setor de alimentos voltados à primeira infância têm sido impulsionadas por avanços em biotecnologia, ciência dos alimentos e nutrição personalizada, com foco na promoção da saúde e prevenção de doenças desde os primeiros meses de vida. Uma das tendências mais promissoras é o desenvolvimento de formulações personalizadas, fundamentadas em dados genéticos, metabólicos e do perfil do microbioma intestinal, possibilitando intervenções nutricionais mais precisas e adaptadas às necessidades individuais (19).

A biotecnologia alimentar tem viabilizado a produção de compostos bioativos antes restritos ao leite materno, como os oligossacarídeos do leite humano (HMOs), por meio de microrganismos geneticamente modificados e processos de fermentação industrial controlada. Quando incorporados a fórmulas infantis ou alimentos complementares, esses ingredientes demonstram potencial para modular a microbiota intestinal, estimular a imunidade e reduzir a incidência de infecções (6).

A busca por ingredientes sustentáveis e alternativos também se destaca, incluindo proteínas vegetais, leguminosas, frutas nativas e subprodutos agroindustriais. Essas fontes não apenas ampliam o valor nutricional dos produtos, como também reduzem o impacto ambiental e promovem práticas éticas na cadeia alimentar (20).

Tecnologias emergentes, como microencapsulação, nanonutrição, impressão 3D de alimentos e biossensores, apresentam potencial para otimizar a estabilidade, a liberação controlada e a biodisponibilidade de compostos bioativos. Essas soluções podem melhorar a absorção intestinal, proteger substâncias sensíveis à degradação e permitir a personalização em larga escala (12).

Além disso, a integração de ferramentas digitais, como inteligência artificial, big data e aplicativos de monitoramento nutricional, pode auxiliar cuidadores e profissionais de saúde na prescrição e acompanhamento de dietas específicas, beneficiando especialmente crianças com necessidades nutricionais especiais, alergias ou intolerâncias alimentares (19).

O avanço dessas tendências, entretanto, dependerá do alinhamento com padrões regulatórios e princípios éticos rigorosos, assegurando a segurança, a transparência e a eficácia dos produtos ofertados ao público infantil.

6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a formulação de alimentos funcionais voltados à primeira infância representa um campo de grande potencial, capaz de impactar positivamente a saúde e o desenvolvimento infantil. Contudo, trata-se de uma área que exige constante equilíbrio entre inovação tecnológica, fundamentação científica sólida e atendimento às exigências regulatórias. A inclusão de compostos bioativos — como prebióticos, probióticos, peptídeos, carotenoides e ácidos graxos poli-insaturados —

demonstra elevado potencial para apoiar o crescimento saudável e contribuir para a prevenção de doenças desde os primeiros meses de vida.

Entretanto, as particularidades fisiológicas dessa fase requerem formulações que assegurem segurança, estabilidade, aceitação sensorial e adequação nutricional, contemplando as demandas metabólicas e imunológicas próprias da infância. A introdução de novos ingredientes e alegações funcionais no mercado infantil depende de rigorosos processos regulatórios, pautados por evidências científicas consistentes e responsabilidade ética por parte da indústria.

Olhando para o futuro, destacam-se tendências como a nutrição personalizada, o uso de ingredientes sustentáveis e a integração de tecnologias emergentes, visando oferecer soluções inovadoras e seguras que garantam uma nutrição adequada para a primeira infância. Que este trabalho possa servir como incentivo à ampliação de pesquisas científicas e ao fortalecimento de iniciativas que unam ciência, tecnologia e compromisso social na promoção da saúde infantil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

1. Taha A, Azar NS, Abiad MG, Nasreddine L, Hoteit M. The importance of nutrition during the first 1000 days: a review. *Nutrients*. 2021;13(4):1161.
2. Calvo-Lerma J, Perales-Sánchez JX, Asensio-Grau A, Heredia A, Andrés A. Functional foods for infants and toddlers: composition, health effects and future directions. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022;62(15):4097-112.
3. Urbaniak C, Reid G, Burton JP. Infant gut development and dietary interventions: Current evidence and future directions. *Trends Food Sci Technol*. 2023;130:47-56.
4. Martín-Peláez S, Cano-Ibáñez N, Pinto-García L, Amezcua-Prieto C. The impact of functional foods on the microbiota and health of infants and children: a review. *Nutrients*. 2022;14(10):2026.
5. Salazar N, Arboleya S, Valdés L, Stanton C, Ross P, Ruas-Madiedo P, et al. Infant gut microbiome and functional foods: Interactions and health implications. *Trends Microbiol*. 2021;29(6):499-512.
6. Walsh C, Lane JA, van Sinderen D, Hickey RM. Human milk oligosaccharides: The journey ahead for functional food innovation. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2020;11:253-75.
7. Yao M, Liao Z, Han F, Yang J, Kong W. Early-life microbial exposure and immune development: emerging insights. *Cell Host Microbe*. 2023;31(3):316-28.
8. Moreno-Villares JM, Ávila-Alpírez H, García-Algar O. Functional food in pediatric nutrition: Needs, challenges, and opportunities. *Nutrients*. 2023;15(3):457.
9. Saikia S, Mahanta CL. Effects of thermal processing on functional compounds in baby food: a review. *Food Res Int*. 2020;136:109477. doi:10.1016/j.foodres.2020.109477.
10. D'Souza C, Edwards D, Calder PC. Food product development for children: Challenges and emerging solutions. *Trends Food Sci Technol*. 2023;135:345-55.
11. Liu X, Yan L, Wang Y, Chen S, Wang Z, Xu S, et al. Bioavailability of nutrients and bioactive compounds in early childhood nutrition. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2021;20(5):4726-52.

12. Garrido D, Delgado S, Ruas-Madiedo P. Advances in the regulatory framework of infant formula ingredients: global perspectives. *Curr Dev Nutr.* 2023;7(1):nzac158.
13. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 727, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre requisitos para fórmulas infantis, fórmulas de seguimento para lactentes e crianças de primeira infância e outros alimentos para fins especiais destinados a lactentes e crianças de primeira infância. Brasília: ANVISA; 2022.
14. Kang K, Lee H, Yoon Y, Kim H. Ensuring food safety in infant nutrition: A review of microbial, chemical and physical hazards. *Food Control.* 2023;145:109482.
15. Bielecka M, Cichosz G, Cichosz M. Safety and regulatory considerations for the use of novel ingredients in infant formulas. *Nutrients.* 2021;13(6):1916.
16. Kim H, Ryu S, Jeong S, Kang DH. Microbiological safety of powdered infant formula: a review. *Trends Food Sci Technol.* 2022;120:55-67.
17. Mikula A, Kołodziejczyk P, Szot K, Mleczko J, Stolarczyk A, Koniakowicz M, et al. Marketing and labeling of infant foods: Global practices and regulatory gaps. *Public Health Nutr.* 2022;25(9):2435-43.
18. Chen C, Zhao Y, Zhao X, Li J, Zhang X, Xu Y, et al. Personalized nutrition for children: Current perspectives and future directions. *J Transl Med.* 2022;20(1):367.
19. Torres C, Maciel GM, Azevedo L, Mazzoleni S, González-Aguilar GA, Marostica Junior MR. Sustainable nutrition and infant feeding: moving toward circular and plant-based ingredients. *Front Nutr.* 2023;10:1130265.
20. Di Profio E, Ciarrocchi E, Del Chierico F, Vernocchi P, Miccheli A, D'Argenio V, et al. Special diets in infants and children and impact on gut microbioma. *Nutrients.* 2022;14(15):3198.
21. Docq S, Catry E, Bindels LB, Svozil V, Stroobants S, Wang L, et al. The protective and long-lasting effects of human milk oligosaccharides on cognition in mammals. *Nutrients.* 2020;12(11):3572.
22. Monteiro R. Norma brasileira de comercialização de alimentos para lactentes e crianças de primeira infância: histórico, limitações e perspectivas. *Rev Panam Salud Publica.* 2006;19(5):354-62.

Capítulo 12

DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-12

MORANGO: DESAFIOS E MÉTODOS DE HIGIENIZAÇÃO

Tais Cristina Coelho Alves Madalena*^{ID} Aryane Campana Depieri^{ID}

Bianca Yuki Nakata^{ID} Emily Vitória Rodrigues Mota^{ID} Isabela Milani De Souza

Maria Karoline Ferreira Alexandre^{ID} Yasmin Victória Monteiro dos Santos^{ID}

* Autor correspondente – Email: taiscoelhoeng.alimentos@gmail.com

RESUMO

O morango é uma fruta amplamente apreciada por seu sabor marcante, aroma agradável e elevado valor nutricional. No entanto, sua estrutura delicada e a ausência de uma película protetora natural tornam-no altamente vulnerável à contaminação por microrganismos e resíduos químicos. Essa fragilidade representa um desafio significativo para sua conservação e segurança ao longo da cadeia produtiva, desde o cultivo até o consumo final. Este capítulo tem como propósito apresentar as características estruturais do morango que favorecem sua contaminação, além de abordar os principais agentes patogênicos e contaminantes frequentemente associados à fruta. São apresentados os métodos tradicionais e emergentes de higienização, com destaque para tecnologias inovadoras que visam garantir maior eficiência microbiológica, preservar as propriedades sensoriais e nutricionais do alimento e atender aos critérios de viabilidade tecnológica e segurança de alimentos. A proposta é oferecer uma visão abrangente e atualizada, reunindo conhecimentos relevantes para profissionais, pesquisadores e interessados em estratégias que promovam a qualidade e a inocuidade dos morangos. Portanto com essas abordagens, busca-se contribuir para a adoção de boas práticas e soluções sustentáveis que assegurem frutas mais seguras, saudáveis e com maior tempo de prateleira para o consumidor

Palavras-chave: morango, higienização, segurança de alimentos, frutas perecíveis, contaminação microbiológica.

1.INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria* × *ananassa*) está entre as frutas mais apreciadas mundialmente, não apenas pelo sabor adocicado, pelo aroma característico e pela coloração vibrante, mas também pelos benefícios que oferece à saúde, graças à presença de compostos bioativos. Essas qualidades sensoriais e nutricionais fazem com que essa fruta seja altamente valorizada tanto pelos consumidores quanto pela indústria de alimentos, que a utiliza em diversas aplicações (1).

No entanto, toda essa popularidade contrasta com os desafios relacionados à sua conservação e segurança microbiológica. Por possuir uma estrutura superficial delicada, sem uma casca protetora espessa, o morango torna-se vulnerável à adesão de sujidades, resíduos químicos e, principalmente, à contaminação por microrganismos patogênicos, como *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella spp.* (2) Além disso, fatores como a elevada umidade, o pH próximo da neutralidade e a alta atividade de água contribuem para sua rápida deterioração, exigindo cuidados redobrados ao longo da cadeia produtiva — desde a colheita até o consumo (3).

Assim, métodos convencionais de higienização, como a lavagem com água corrente ou o uso de soluções cloradas, continuam sendo amplamente empregados tanto no ambiente doméstico quanto industrial. No entanto, essas práticas apresentam limitações consideráveis: muitas vezes não são eficazes na remoção de contaminantes aderidos, podem gerar subprodutos tóxicos e, em alguns casos, prejudicar as características sensoriais do alimento (4).

Como alternativa, surgem as chamadas tecnologias emergentes, que vêm ganhando destaque por oferecerem métodos mais eficazes, sustentáveis e menos agressivos para a higienização de frutas sensíveis como o morango. Técnicas como o uso de água ozonizada, ultrassom, radiação ultravioleta (UV-C), tratamentos com ácido peracético e coberturas comestíveis de ação antimicrobiana têm mostrado resultados promissores, promovendo significativa redução microbiana sem comprometer a qualidade sensorial e nutricional da fruta (5).

Apesar do seu potencial, essas tecnologias ainda enfrentam desafios relacionados à padronização, custo, aceitação comercial e regulamentação sanitária. Por isso, é fundamental compreender não apenas sua eficácia microbiológica, mas também os impactos sobre a fisiologia da fruta e a viabilidade de aplicação em diferentes escalas de produção (5).

Neste capítulo, propõe-se uma análise abrangente sobre os principais desafios e estratégias voltadas à higienização do morango, com foco em métodos tradicionais e inovadores. O objetivo é apresentar uma revisão atualizada da literatura científica e das regulamentações pertinentes, contribuindo para o avanço do conhecimento nas áreas de pós-colheita, tecnologia de alimentos e segurança alimentar. Ao reunir e discutir essas informações, busca-se apoiar a adoção de práticas mais seguras, eficientes e sustentáveis, promovendo frutas de maior qualidade para o consumidor final.

2. Revisão

2.1. Características do Morango e sua Vulnerabilidade

O morango (*Fragaria × ananassa Duch*) é uma fruta que conquista pela aparência vibrante, aroma marcante e sabor adocicado. Pertencente à família Rosaceae, ele se destaca também pelo seu valor nutricional, sendo uma boa fonte de vitamina C, fibras, minerais e compostos bioativos, como antocianinas, flavonoides e fenóis totais, conhecidos por suas propriedades antioxidantes¹. Todo esse conjunto faz do morango uma das frutas mais queridas por consumidores e amplamente utilizada pela indústria de alimentos (2).

Do ponto de vista botânico, o morango é considerado um pseudofruto — ou seja, a parte que comemos não vem do ovário da flor, mas sim de um receptáculo floral hipertrofiado. Os “verdadeiros frutos” são os pequenos pontinhos amarelados na superfície, chamados de aquênios. Essa estrutura peculiar, com depressões e tricomas (pequenos pelos), facilita a retenção de umidade, partículas de sujeira e microrganismos como fungos e bactérias, tornando a higienização completa da fruta um verdadeiro desafio (1).

Além disso, o morango é extremamente perecível por causa de algumas de suas características naturais. Entre os principais fatores que contribuem para isso, podemos destacar:

- **Alta atividade de água (Aa):** cria um ambiente propício para a multiplicação de microrganismos deterioradores e patogênicos.
- **pH levemente ácido (entre 3,3 e 3,9):** embora iniba algumas bactérias, ainda permite o crescimento de fungos e leveduras.
- **Elevado teor de açúcares simples:** que serve como alimento para diversos microrganismos.
- **Tecido interno macio:** o que o torna mais propenso a machucados durante o transporte, manuseio e armazenamento.
- **Ausência de uma casca protetora natural:** diferente de frutas como a maçã ou a laranja, o morango não possui uma barreira espessa ou cerosa que o proteja de agressões físicas, químicas e microbiológicas.

Essas vulnerabilidades aumentam ainda mais quando o morango é exposto a condições inadequadas, como altas temperaturas, umidade elevada ou manipulação incorreta. Esses fatores aceleram processos como o escurecimento enzimático, a senescência (envelhecimento natural) e favorecem infecções pós-colheita, como o mofo cinzento, causado pelo fungo *Botrytis cinérea* (6).

Outro ponto que merece atenção é o uso frequente de defensivos agrícolas no cultivo do morango. Apesar de serem essenciais para o controle de pragas e doenças, seu uso sem o devido controle pode deixar resíduos químicos nos frutos, o que representa riscos à saúde do consumidor. Por isso, é fundamental seguir protocolos rigorosos de lavagem e desinfecção antes do consumo (7).

Diante de tudo isso, fica claro que as características físicas, químicas e estruturais do morango o tornam extremamente sensível às condições de pós-colheita. Essa fragilidade exige estratégias eficazes de conservação e higienização que consigam manter sua qualidade, segurança e valor nutricional. Compreender essas particularidades é essencial para desenvolver tecnologias que prolonguem sua vida útil sem comprometer sua integridade.

2.2. Principais Agentes Contaminantes

A superfície do morango (*Fragaria* × *ananassa Duch*) é especialmente propensa à contaminação. Isso acontece porque sua estrutura delicada e porosa cria um ambiente ideal para a fixação de diversos agentes indesejáveis — desde microrganismos patogênicos e deterioradores até resíduos químicos resultantes das práticas agrícolas. Essa fragilidade está diretamente relacionada à ausência de uma camada protetora natural e à presença de pequenas saliências e depressões formadas pelos aquênios (os pontinhos visíveis na casca), que acabam funcionando como esconderijos para sujeiras e microrganismos(3).

Ao longo de toda a cadeia produtiva — do cultivo ao consumo — existem vários momentos críticos em que o morango pode ser contaminado. Fatores como a qualidade da água usada na irrigação, a forma como a fruta é manuseada durante a colheita, falhas na higienização, uso de utensílios contaminados, armazenamento inadequado e até a exposição a ambientes insalubres contribuem para aumentar os riscos(5).

Os principais tipos de contaminantes que podem estar associados ao morango, e como eles chegam até a fruta e por que é tão importante adotar boas práticas para garantir sua segurança serão apresentados a seguir. Serão abordados aspectos como a contaminação por microrganismos patogênicos, resíduos químicos e sujidades físicas, evidenciando os riscos à saúde pública.

2.3. Microrganismos Patogênicos

Dentre os diversos contaminantes biológicos que podem comprometer a segurança dos alimentos, os microrganismos patogênicos se destacam como os mais preocupantes do ponto de vista da saúde pública. O consumo de frutas frescas contaminadas, como o morango, já foi associado a diversos surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) (8).

Um exemplo bastante conhecido é a *Escherichia coli*, especialmente as cepas enteropatogênicas como a *O157:H7*. Essa bactéria pode chegar até o morango por meio da irrigação com água contaminada por esgoto ou pela utilização de esterco mal compostado. Além disso, ela é capaz de resistir à acidez natural da fruta e sobreviver mesmo sob refrigeração (8).

A *Salmonella spp.* é outro patógeno frequentemente relacionado a frutas frescas. Sua contaminação pode ocorrer por contato com o solo, fezes de animais, água não tratada

ou até mesmo durante o manuseio inadequado. A presença dessa bactéria em morangos já foi registrada em diferentes partes do mundo e representa um risco elevado, principalmente para crianças e pessoas com o sistema imunológico comprometido (9).

Já a *Listeria monocytogenes*, embora mais comum em alimentos processados e armazenados sob refrigeração, também pode estar presente em frutas como o morango. Esse microrganismo se destaca por sua resistência ao frio e pela capacidade de causar a listeriose, uma infecção grave, com altos índices de hospitalização e risco à vida (10).

2.4. Microrganismos Deterioradores

Além dos patógenos, os morangos também são altamente susceptíveis à ação de microrganismos deterioradores, que comprometem sua aparência, textura, aroma e vida útil.

Botrytis cinerea (mofo cinzento): é o principal fungo associado à deterioração pós-colheita do morango. Desenvolve-se rapidamente em condições de alta umidade e temperaturas moderadas, formando esporos cinzentos visíveis na superfície da fruta. A infecção geralmente inicia em ferimentos e se dissemina rapidamente entre os frutos (11).

Leveduras e outros fungos filamentosos: como *Rhizopus stolonifer* e *Penicillium spp.*, também contribuem para a deterioração, especialmente durante o armazenamento. São favorecidos por embalagens com condensação, ventilação insuficiente e resfriamento inadequado (11).

2.5. Resíduos de Agrotóxicos

A cultura do morango, por ser suscetível a pragas e doenças, é uma das que mais demanda o uso de defensivos agrícolas. Quando utilizados de forma inadequada (sem respeitar a dose, o intervalo de segurança e o tempo de carência), esses produtos podem deixar resíduos químicos nas frutas, alguns dos quais são potencialmente tóxicos ao consumidor (7).

Estudos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária revelam que o morango frequentemente aparece entre os alimentos com maior incidência de amostras com resíduos acima do permitido ou de substâncias não autorizadas (7). Entre os ingredientes ativos mais frequentemente detectados estão fungicidas como iprodiona, captana e tiabendazol, além de inseticidas como acefato e carbendazim, alguns dos quais apresentam risco cancerígeno ou efeitos disruptores endócrinos (12).

2.6. Fontes de Contaminação

Desafios da Higiênização de Frutas sem Película Protetora

A higienização de frutas frescas é uma etapa fundamental para garantir a segurança microbiológica e prolongar a vida útil dos produtos, especialmente aqueles consumidos in natura. No entanto, frutas que não possuem película protetora natural, como o morango, apresentam desafios significativos para a adoção de procedimentos eficazes de sanitização sem comprometer sua integridade físico-química e sensorial (5).

Frutas como o morango, o figo, a framboesa e a amora carecem de estruturas externas que atuem como barreira física contra a entrada e adesão de microrganismos. A ausência de casca espessa, cutícula cerosa densa ou película natural expõe diretamente o tecido parenquimático ao ambiente externo. Essa característica, somada à alta umidade da superfície e à presença de depressões naturais e tricomas, favorece a retenção de esporos fúngicos, biofilmes bacterianos e resíduos químicos, dificultando a ação de agentes sanitizantes (2).

Outro aspecto crítico está relacionado à fragilidade estrutural dessas frutas, que limita o uso de sanitizantes mais agressivos ou de processos mecânicos, como escovação

e imersão prolongada, comumente utilizados em frutas com casca. O uso de hipoclorito de sódio, apesar de ser uma prática consolidada na indústria e no ambiente doméstico, apresenta eficácia limitada contra microrganismos aderidos às microfissuras da superfície do morango, além de representar riscos toxicológicos quando mal utilizado (3).

Adicionalmente, frutas sem película protetora são altamente sensíveis à reações oxidativas e degradação sensorial, o que exige que a higienização ocorra com soluções químicas e métodos físicos que preservem a cor, o aroma, o sabor e a firmeza dos frutos. O contato com água por períodos prolongados pode resultar em aumento da permeabilidade celular e lixiviação de compostos solúveis, como açúcares e pigmentos, prejudicando a qualidade do alimento (2).

Outro desafio diz respeito à efetividade da higienização doméstica, especialmente porque o consumidor final, na maioria das vezes, não possui acesso a tecnologias ou conhecimento técnico para realizar uma desinfecção eficaz. Métodos caseiros, como a utilização de vinagre, bicarbonato ou apenas água corrente, são populares, mas geralmente ineficientes para remover agentes patogênicos como *Salmonella spp.* ou *Listeria monocytogenes* (8).

Ainda, há o problema da recontaminação pós-higienização, que pode ocorrer durante o armazenamento ou transporte inadequado dos morangos já limpos. Isso ocorre com frequência quando o processo de sanitização não é seguido por secagem e refrigeração adequada, favorecendo o crescimento microbiano na superfície úmida e vulnerável dos frutos (10).

Portanto, os desafios da higienização de frutas sem película protetora não se limitam à eliminação de contaminantes, mas abrangem aspectos multidimensionais que incluem:

- a preservação da integridade físico-química,
- a aceitação sensorial pelo consumidor,
- a viabilidade técnica e econômica dos métodos aplicados,
- e o cumprimento de exigências legais e sanitárias.

Diante disso, destaca-se a necessidade de desenvolvimento e validação de tecnologias inovadoras, como o uso de água ozonizada, ultrassom, plasma frio e coberturas comestíveis antimicrobianas, que ofereçam eficácia microbiológica sem agredir a matriz alimentar sensível. Contudo, esses métodos ainda enfrentam desafios de escalabilidade e regulamentação, além de exigirem investimentos em pesquisa e transferência de tecnologia para o setor produtivo.

2.7. Métodos de Higienização Aplicáveis ao Morango

A higienização adequada do morango é fundamental para garantir a segurança microbiológica e preservar a qualidade físico-química da fruta. Considerando sua fragilidade estrutural, ausência de película protetora e alta suscetibilidade à contaminação, os métodos aplicados devem ser cuidadosamente selecionados para evitar danos à integridade do fruto. As abordagens podem ser classificadas em métodos convencionais e tecnologias emergentes, conforme descrito a seguir (5).

2.8. Métodos Convencionais

Lavagem com Água Corrente

A lavagem com água potável sob pressão moderada é a prática mais comum tanto no ambiente doméstico quanto industrial. Apesar de sua simplicidade, essa técnica é limitada à remoção de sujidades superficiais, poeira, terra e parte dos microrganismos aderidos. Estudos demonstram que a redução microbiana obtida por essa prática isolada

é modesta e altamente dependente do tempo de exposição e da qualidade da água utilizada (5).

Soluções Cloradas

O uso de hipoclorito de sódio (NaClO) em concentrações variando de 50 a 200 ppm, com tempo de contato de 10 a 15 minutos, é amplamente empregado em estabelecimentos comerciais e na indústria de alimentos. Esse composto atua como agente oxidante, desnaturando proteínas e danificando membranas celulares de microrganismos. No entanto, sua eficácia é reduzida em presença de matéria orgânica, além de apresentar riscos toxicológicos pela formação de subprodutos halogenados, como os trihalometanos, que são potencialmente cancerígenos (2).

Soluções Domésticas (Vinagre e Bicarbonato)

No ambiente doméstico, é comum o uso de vinagre (ácido acético a 4-5%) ou bicarbonato de sódio como alternativa ao cloro. Apesar de serem considerados métodos naturais e seguros, sua eficácia antimicrobiana é limitada, especialmente contra patógenos mais resistentes. Esses métodos são mais eficazes na redução da carga fúngica e remoção de sujidades visíveis, mas não garantem segurança microbiológica plena (2).

2.9. Tecnologias Emergentes

• Água Ozonizada

A água ozonizada tem sido amplamente estudada como uma alternativa eficiente e segura para a higienização de frutas, especialmente aquelas com alta suscetibilidade à contaminação microbiológica, como o morango (*Fragaria × ananassa* Duch.). O ozônio (O₃), um agente oxidante poderoso, possui alto potencial antimicrobiano contra bactérias, vírus, fungos e leveduras, sendo considerado uma tecnologia limpa, uma vez que se decompõe rapidamente em oxigênio, sem deixar resíduos tóxicos nos alimentos.

Na forma aquosa, o ozônio pode ser utilizado por imersão da fruta em solução ozonizada ou através de pulverização. Esse método apresenta vantagens sobre o uso de hipoclorito de sódio, tradicionalmente empregado, pois evita a formação de subprodutos nocivos, como os compostos organoclorados. Além disso, estudos recentes demonstraram que a aplicação de água ozonizada pode reduzir significativamente a carga microbiana, prolongar a vida útil do morango e manter suas características sensoriais, como cor e firmeza, sem comprometer o teor de compostos bioativos (13).

No entanto, é necessário controle rigoroso de parâmetros como concentração de ozônio, tempo de exposição e temperatura da solução, uma vez que exposições prolongadas ou concentrações elevadas podem causar danos à epiderme da fruta, acelerando processos de senescência e perda de qualidade (13).

A aplicação da água ozonizada, portanto, configura-se como uma alternativa promissora no contexto da higienização de morangos, especialmente em sistemas de produção orgânica ou com restrição ao uso de agentes químicos convencionais, alinhando-se às demandas por alimentos mais seguros e sustentáveis (14).

• Radiação Ultravioleta (UV-C)

A radiação UV-C (comprimento de onda entre 200-280 nm) possui ação germicida ao causar danos no DNA de microrganismos. A aplicação controlada dessa tecnologia sobre morangos pode reduzir significativamente a carga microbiana sem uso de produtos químicos. No entanto, sua eficácia depende da uniformidade de exposição da superfície e da ausência de sombreamento, o que pode ser desafiador devido à morfologia irregular da fruta (10).

• Ultrassom

O ultrassom de alta frequência (>20 kHz) atua por cavitação, gerando microbolhas que colapsam e produzem forças mecânicas capazes de desorganizar biofilmes e remover microrganismos aderidos à superfície do alimento. O uso de ultrassom associado a sanitizantes potencializa o efeito antimicrobiano, com menor tempo de exposição e preservação da qualidade físico-química do morango(2).

- **Ácido Peracético**

O ácido peracético (PAA) é um agente sanitizante alternativo ao cloro, com ação bactericida e fungicida eficaz mesmo em presença de matéria orgânica. Seu uso tem se mostrado promissor para a desinfecção de frutas frescas, inclusive morangos, por não deixar resíduos tóxicos e decompor-se em compostos inofensivos (ácido acético, água e oxigênio) (5).

- **Coberturas Comestíveis Antimicrobianas**

Coberturas à base de biopolímeros naturais, como quitosana, amido ou pectina, podem ser aplicadas aos morangos após a sanitização, funcionando como barreira física e veículo de compostos antimicrobianos naturais (óleos essenciais, extratos vegetais, etc.). Além de prolongar a vida útil, essas coberturas reduzem a recontaminação durante o armazenamento (4).

A higienização adequada do morango é fundamental para garantir a segurança microbiológica e preservar a qualidade físico-química da fruta. Considerando sua fragilidade estrutural, ausência de película protetora e alta suscetibilidade à contaminação, os métodos aplicados devem ser cuidadosamente selecionados para evitar danos à integridade do fruto. As abordagens podem ser classificadas em métodos convencionais e tecnologias emergentes, conforme descrito a seguir (5).

4. Perspectivas Futuras

À medida que a demanda por alimentos mais seguros, sustentáveis e de alta qualidade cresce, a higienização de frutas delicadas como o morango se consolida como um campo estratégico para o desenvolvimento de tecnologias inovadoras. As tecnologias emergentes discutidas neste capítulo representam um avanço importante nesse cenário, mas ainda há um vasto caminho a ser percorrido.

Perspectivas futuras apontam para a necessidade de integração entre diferentes métodos de higienização, associando, por exemplo, tratamentos físicos e químicos em sistemas combinados (“hurdle technology”), que potencializem a eficácia microbiológica sem comprometer as propriedades sensoriais da fruta(15). Além disso, é essencial investir em estudos que avaliem a viabilidade econômica dessas tecnologias em larga escala, bem como sua aceitação por parte dos consumidores e conformidade com legislações nacionais e internacionais (16,17).

A nanotecnologia, por exemplo, surge como uma possibilidade promissora para o desenvolvimento de embalagens ativas e recobrimentos com maior ação antimicrobiana e maior aderência à superfície do morango, oferecendo barreiras adicionais à contaminação(18). Tecnologias digitais, como sensores inteligentes aplicados ao monitoramento da cadeia do frio e da qualidade microbiológica em tempo real, também despontam como aliadas na busca por soluções mais eficientes e rastreáveis (19).

No entanto, a adoção dessas inovações só será verdadeiramente eficaz se vier acompanhada da implementação de boas práticas agrícolas e de manipulação em todas as etapas da cadeia produtiva. A capacitação de produtores, manipuladores e consumidores sobre o manuseio correto do morango é igualmente essencial para garantir sua qualidade e inocuidade.

Dessa forma, ao unir ciência, tecnologia e responsabilidade social, é possível vislumbrar um futuro no qual o morango — tão sensível e apreciado — possa chegar à

mesa do consumidor com maior segurança, durabilidade e valor nutricional preservado. Avançar nesse sentido é, antes de tudo, um compromisso com a saúde pública, a inovação e a sustentabilidade do setor alimentício.

5. CONCLUSÃO

A higienização do morango exige estratégias que aliem eficiência microbiológica, preservação da qualidade sensorial e viabilidade técnica. Embora os métodos tradicionais de higienização, como a lavagem com água e soluções cloradas, ainda sejam amplamente utilizados, especialmente no âmbito doméstico e industrial, eles apresentam limitações importantes. Por isso, as tecnologias emergentes têm se destacado como promissoras, oferecendo soluções mais eficazes e sustentáveis. Técnicas como o uso de água ozonizada, radiação UV-C, ultrassom e coberturas comestíveis antimicrobianas têm demonstrado potencial para reduzir significativamente a carga microbiana, mantendo a integridade sensorial e nutricional do morango. No entanto, o sucesso dessas tecnologias depende da sua aplicação integrada a boas práticas agrícolas, de manipulação e de armazenamento. É imprescindível que toda a cadeia produtiva esteja comprometida com a segurança alimentar, desde o cultivo até o consumidor final. Além disso, é necessário investir em pesquisas que avaliem não apenas a eficácia microbiológica dos métodos emergentes, mas também sua segurança, regulamentação, aceitabilidade pelo consumidor e aplicabilidade em diferentes escalas de produção. Avanços científicos e tecnológicos nesse campo são fundamentais para garantir morangos mais seguros, saudáveis e com maior vida útil, contribuindo para a redução de perdas pós-colheita e para o fortalecimento de práticas mais sustentáveis na produção de alimentos. Atender às exigências de um mercado cada vez mais consciente e exigente não é apenas uma demanda econômica, mas também um compromisso com a saúde pública e com a preservação dos recursos naturais. Assim, a busca contínua por soluções inovadoras e eficazes na higienização do morango representa um passo importante rumo a sistemas alimentares mais seguros, eficientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira TLC, Figueiredo EES, Fernandes RVB. Aplicações de tecnologias emergentes na conservação de frutas. *Rev Bras Tecnol Agroind.* 2020;14(2):304–14.
2. Carvalho CP, Martins RC, Silva JBA. Composição nutricional e compostos bioativos em frutas vermelhas. *Rev Bras Frutic.* 2020;42(1):e-674.
3. Silva JBA, Moura FN, Nunes RE, Oliveira AJB. Efeito do ozônio e ultrassom na qualidade microbiológica e físico-química de morangos. *Rev Inst Adolfo Lutz.* 2017;76:1–8.
4. Pala ÇU, Erkan M. The use of ozone in fruit and vegetable storage. *Stewart Postharvest Rev.* 2007;3(5):1–7.
5. Lopes JS, Almeida FA, Souza JB, Oliveira JA. Tecnologias emergentes para a conservação de frutas frescas: desafios e perspectivas. *Braz J Food Technol.* 2021;24:e2021002.
6. MOURA, F. N. et al. Avaliação da qualidade e conservação pós-colheita de morangos orgânicos e convencionais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 41, n. 5, p. 509–518, 2017.
7. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) – Relatório 2019 [Internet]. Brasília: ANVISA; 2019 [citado 2025 jun 20]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>

8. Fonseca JM, Wilson LA. Microbial safety of fresh produce. In: Barrett DM, Somogyi LP, Ramaswamy H, editors. *Processing Fruits: Science and Technology*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press; 2007. p. 381–400.
9. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Outbreaks of Salmonella infections linked to fruit [Internet]. Atlanta: CDC; 2020 [citado 2025 jun 20]. Disponível em: <https://www.cdc.gov>.
10. Gandhi M, Chikindas ML. Listeria: a foodborne pathogen that knows how to survive. *Int J Food Microbiol*. 2007;113(1):1–15.
11. Elad Y, Pertot I, Prado AM, Stewart A. Botrytis spp. and diseases they cause in agricultural systems – an introduction. In: Elad Y, Williamson B, Tudzynski P, Delen N, editors. *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Dordrecht: Springer; 2007. p. 1–8.
12. Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO). Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR) Reports. Rome: FAO; 2020.
13. Silva C, Oliveira FAM, Soares JB, Bastos R, Oliveira LLP, Clemente E. Ozonized water in postharvest of strawberries: microbiological control, maintenance of quality and bioactive compounds. *Food Chemistry*. 2020;329:127153.
14. Nunes RE, Oliveira AJB, Moura FN, Silva JBA. Uso de ozônio na sanitização de morangos orgânicos e impacto na qualidade físico-química. *Rev Cienc Tecnol Aliment*. 2021;41:e2021163.
15. Gómez-López VM, Devlieghere F, Bonduelle V, Debevere J. Factors affecting the inactivation of microorganisms by intense light pulses. *J Appl Microbiol*. 2007;102(3):602–10.
16. Guerreiro AC, Gago CM, Faleiro ML, Miguel MG, Antunes MD. The effect of edible coatings on the preservation of strawberries (*Fragaria × ananassa*) postharvest and on their phytochemical profile. *Food Bioprocess Technol*. 2015;8:456–66.
17. Oliveira M, Viñas I, Colás-Medà P, Anguera M, Usall J, Abadías M. Effectiveness of chlorine alternatives for reducing microbial contamination on fresh-cut apple. *J Food Sci*. 2015;80(4):M895–M903.
18. Chen H, Zhong Q, Wei X, Li C, Wang Y. Application of nanotechnology in the preservation of fruits and vegetables: a review. *Food Chem*. 2022;372:131231.
19. Mahajan PV, Caleb OJ, Singh Z, Watkins CB, Geyer M. Postharvest treatments of fresh produce. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*. 2014;372(2017):20130309.

Capítulo 13
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-13
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE GELEIA DE
PITAIA VERMELHA SEM AÇÚCAR ADICIONADO

Raquel dos Santos Silva^{ID}; Vanessa Cortina Zanetti^{ID}; Meire Franci Polonio
Navacchi^{ID}; Juliana Scanavacca^{ID}; Mirian Cristina Feiten^{ID}*

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

Resumo: A pitáia é fonte de fibras, pigmentos, minerais, vitaminas e compostos bioativos. No entanto, para fabricação de geleias, a pitáia não apresenta concentrações suficientes de pectina e ácidos para a adequada formação da rede de gel, necessária para obtenção da consistência e brilho característicos de geleia. Dessa forma, é fundamental o emprego de aditivos isolados ou outras frutas, tais como a maçã e o limão, para suprir essa necessidade. Assim, o presente trabalho teve a finalidade de elaborar uma geleia de pitáia com teor calórico reduzido e ausência de aditivos, por meio da incorporação de tâmaras, maçãs e suco de limão como substitutos de açúcares, pectina e ácido cítrico, respectivamente, além de conduzir a caracterização físico-química e a confecção da tabela de rotulagem nutricional. A geleia foi produzida a partir da cocção dos ingredientes até a concentração de 45 °Brix e umidade de ~30%. Os resultados de pH (3,5) e acidez total titulável (~14,4%) foram influenciados diretamente pelo suco de limão, e os teores de sólidos solúveis totais (45 °Brix) e minerais (~3%) são decorrentes das matérias-primas utilizadas. Em relação à composição nutricional, o valor energético da geleia desenvolvida (188 kcal/100 g) foi inferior ao das geleias convencionais devido a não adição de açúcares. Os carboidratos (40%), fibras (5%) e proteínas (~3,1%) são provenientes da pitáia e maçãs. Logo, a formulação desenvolvida apresentou melhor qualidade nutricional e saudabilidade, além de uma boa gelificação e coloração, sendo as tâmaras, maçãs e suco de limão bons substitutos de açúcar, pectina e ácido cítrico na formação do gel em geleias *diet*.

Palavras-chave: *Hylocereus polyrhizus*; geleia *diet*; zero açúcar; rotulagem nutricional frontal

INTRODUÇÃO

Mundialmente, o processamento de frutas é uma prática amplamente empregada, transformando as frutas em produtos com maior valor agregado e promovendo uma maior durabilidade posterior à sua safra, como na produção de geleias, doces cremosos e sucos (1, 2). As geleias de frutas podem ser definidas como produtos obtidos da cocção da fruta (inteira, em pedaços ou suco da fruta) com açúcar e água e concentrada até alcançar uma consistência gelatinosa (3). Dentre as frutas que podem ser utilizadas no preparo de geleias têm-se morango (4), uva (5), mirtilo (6), abacaxi (7) e pitaia (8).

A pitaia, também conhecida como fruta-do-dragão, é uma cactácea extensivamente cultivada e consumida nas regiões subtropicais da América do Sul, sudeste asiático e China (9). Esta fruta é conhecida por ser fonte de vitaminas, pigmentos (betalaína), minerais e compostos bioativos (9,10). A polpa da pitaia da espécie *Hylocereus polyrhizus* (pitaia vermelha de casca roxa) apresenta bom conteúdo de fibras, com valores superiores a 1,84%, aumentando sua relevância nutricional (10). A aplicação da pitaia em geleias apresenta relevância devido ao seu preparo simples, além da não necessidade de refrigeração, alta durabilidade e grande aceitabilidade, podendo ser produzida a partir da polpa ou suco da fruta (11).

As frutas utilizadas no preparo das geleias devem apresentar quantidades suficientes de acidez e pectinas a fim de contribuir com o desenvolvimento da textura do produto. Estas quantidades, quando não suficientes na matéria-prima utilizada, como é o caso da pitaia, podem ser empregadas de outras formas, como a aplicação de ácido cítrico e pectina isolados ou a partir do emprego de outras frutas que apresentem quantidades suficientes destes componentes, para garantir a formação da textura adequada do produto (1).

A redução do pH favorece a associação entre as moléculas para a formação do gel característico das geleias, tendo um valor ótimo de pH próximo a 3,2. Com valores de pH superiores ou muito inferiores, alguns defeitos de fabricação, como sinérese, gel fraco, baixa retenção de água, podem acontecer. Dentre os ácidos empregados na formulação de geleias, os mais comuns são os ácidos orgânicos málico, tartárico e cítrico, sendo o último o mais utilizado (12). Se as frutas apresentam baixa concentração de ácidos, como é o caso da pitaia, a adição de suco de limão pode auxiliar na melhora da formação do gel, podendo ser adicionado na formulação (13).

A pectina é outro ingrediente indispensável para a produção de geleias, podendo ser empregada por meio da matéria-prima utilizada ou como aditivo. A pectina natural pode ser empregada por meio da extração de outros frutos que não aquele utilizado como matéria-prima (12). A maçã, por exemplo, é uma fruta conhecida por ser rica em pectinas, podendo ser utilizada a sua polpa como forma de aumentar a concentração deste gelificante em formulações de geleias (13).

As geleias tradicionais apresentam um teor de sólidos solúveis totais (SST) entre 60-65 °Brix, sendo recomendado o seu consumo moderado devido ao risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes e obesidade (14). Devido a uma tendência de redução do teor de açúcar nos alimentos, surge a necessidade de redução da concentração de açúcares nas geleias, podendo ser por meio da substituição do gelificante, por meio da utilização de gomas ou pectina de baixo teor de metoxilação, ou através da substituição de açúcares refinados por adoçantes mais naturais (15), como a tâmara. A tâmara é uma boa fonte de carboidratos, principalmente dos monossacarídeos glicose e frutose, tendo cerca de 60-75% de açúcares totais em sua composição (16), além de apresentar diversos benefícios à saúde, como melhora intestinal, atividade anti-lipídêmica e hepatoprotetora e proteção dos rins e fígado (17).

Diante das possibilidades de adaptação de ingredientes de modo a manter as características sensoriais conhecidas e melhorar a composição nutricional, a geleia de pitaia sem adição de açúcar se torna uma alternativa para consumidores que apresentam limitação de consumo de algum ingrediente das geleias convencionais ou àqueles que buscam dietas com uma maior redução no conteúdo de açúcar. Assim, o presente trabalho tem a finalidade de elaborar uma geleia de pitaia com teor calórico reduzido e ausência de aditivos por meio da incorporação de tâmaras, maçãs e suco de limão, como substitutos de açúcares, pectina e ácidos, respectivamente, de forma a manter as características sensoriais da geleia semelhante às convencionais.

MATERIAL E MÉTODOS

Formulação da geleia de pitaia sem açúcar adicionado

A formulação da geleia de pitaia foi desenvolvida visando a não adição de açúcares e incorporação de pectina e ácido cítrico comerciais ao produto a partir da substituição destes ingredientes comerciais por tâmaras, maçã e suco de limão, respectivamente, como fontes naturais. Foram utilizados para a elaboração da geleia, pitaia (*Hylocereus polyrhizius*), suco de limão Taiti (*Citrus latifolia*), maçã fugi (*Malus domestica*) e tâmaras secas (*Phoenix dactylifera*), em quantidades mássicas descritas na Tabela 1. As proporções dos ingredientes empregados na formulação da geleia foram definidas a partir de testes preliminares.

Tabela 1 – Formulação da geleia de pitaia sem adição de açúcar

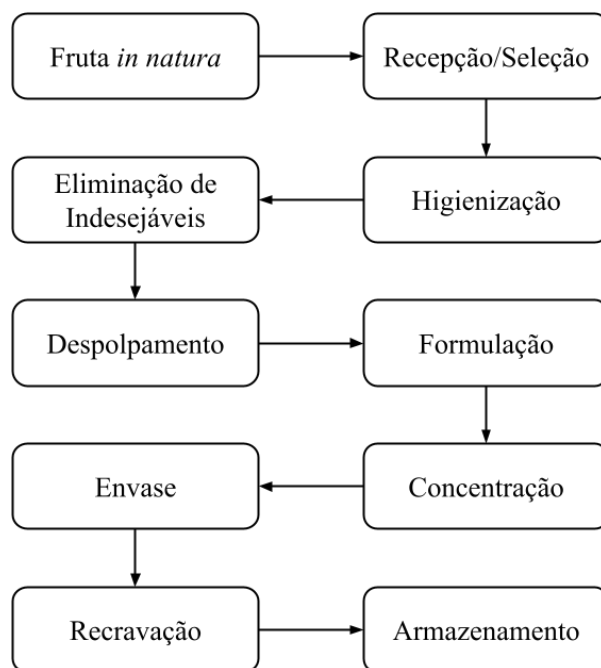
Ingrediente	Proporção (%)
Pitaia	74,1
Suco de limão	7,4
Maçã	14,8
Tâmara	3,7

Fonte: Autoras, 2024.

Produção da geleia de pitaia sem açúcar adicionado

A sequência de etapas para a elaboração da geleia de pitaia sem açúcar adicionado está descrita no fluxograma apresentado na Figura 1. A obtenção de geleias pode apresentar pequenas alterações ou particularidades de acordo com a fruta que se está trabalhando. As geleias podem ser obtidas tanto a partir da fruta “in natura” como de polpas de fruta ou frutas pré-processadas, congeladas ou preservadas quimicamente (18).

Figura 1 – Fluxograma das etapas do processamento da geleia de pitaia sem adição de açúcar



Fonte: Adaptado de Zanetti et al. (19).

Foram excluídos os frutos com deterioração, infestação por insetos ou patógenos fúngicos. Após a seleção, as frutas (Figura 2), com exceção das tâmaras, foram higienizadas por lavagem manual em água corrente, e sanitizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm, por 15 minutos, e enxaguadas para remoção do sanitizante.

Figura 2 – Frutas pré-selecionadas



Fonte: Autoras, 2024.

Em seguida, foi realizada a eliminação dos indesejáveis, a partir da remoção da casca das frutas, extremidades e partes danificadas, de forma manual, com o auxílio de faca de aço inoxidável. O corte e despolpamento foram realizados com o auxílio de facas e colheres de aço inoxidável, objetivando a separação da polpa e da casca (Figura 3). O limão taiti foi espremido de forma manual para retirada do suco. As tâmaras e maçãs foram trituradas em liquidificador, até a formação de uma mistura homogênea a ser adicionada posteriormente na formulação.

Figura 3 – Despolpamento e trituração da pitiaia



Fonte: Autoras, 2024.

A formulação da geleia seguiu as proporções descritas na Tabela 1, sendo os ingredientes adicionados no recipiente de cocção. A concentração do produto foi realizada através da cocção lenta em fervura em tacho aberto (Figura 4), até alcançar a textura adequada. É importante salientar que, na data da publicação deste estudo (outubro de 2025), não há um valor de concentração de sólidos mínimo ou máximo definido por regulamentação para geleias formuladas sem adição de açúcares no Brasil. Dessa forma, os ingredientes, exceto as tâmaras, foram cozidos em tacho aberto até alcançarem ~22 °Brix.

Posteriormente, foi realizada a incorporação das tâmaras trituradas, mantendo a mistura em cocção para dissolução da tâmara, e consequente liberação do seu açúcar, promovendo a união com a pectina da maçã e o ácido do suco de limão, formando uma rede gelificada. Após a incorporação das tâmaras, a cocção se deu de forma rápida, não ultrapassando 20 minutos. Para determinação do ponto final da geleia foi medida a concentração de SST, por meio do uso de refratômetro manual, determinando o fim da concentração em 45 °Brix.

Figura 4 – Concentração da geleia até 45 °Brix



Fonte: Autoras, 2024.

A geleia foi envasada à quente, em vidros previamente lavados e esterilizados (fervura em água a ~ 100 °C por 20 minutos). A recravação foi realizada com tampas metálicas e as embalagens foram invertidas para que o produto quente entrasse em contato com a parte superior da embalagem, garantindo a exaustão do ar (Figura 5).

Figura 5 – Envase e exaustão da geleia



Fonte: Autoras, 2024.

As geleias completamente resfriadas, em temperatura ambiente, foram armazenadas em local fresco, seco, ao abrigo da luz e bem ventilado, para que não ocorresse corrosão e danos nas embalagens. Após a finalização do processo, foram realizadas análises físico-químicas para caracterização da geleia.

Caracterização físico-química da geleia

As análises físico-químicas foram realizadas durante o armazenamento da geleia de pitaia. A análise de pH foi realizada por potenciometria, utilizando o método 017/IV (20), por meio de medição com pHmetro. A análise de SST foi determinada por refratometria, a partir da utilização de refratômetro manual. A determinação do teor de minerais foi realizada por gravimetria, a partir da incineração em mufla a 550 °C, seguindo o método 018/IV (20). A determinação de umidade foi realizada por gravimetria, a partir da secagem da amostra a 105 °C, utilizando o método 012/IV (20). A determinação de acidez total titulável (ATT) foi realizada por titulometria, utilizando hidróxido de sódio 0,1 M, seguindo o método 016/IV (20). As análises foram realizadas

em triplicata e os dados foram expressos em média das replicatas $\pm$ desvio padrão.

Cálculo da informação nutricional

A tabela de rotulagem nutricional da geleia de pitaiá vermelha sem açúcar adicionado desenvolvida foi calculada com base nos valores disponíveis na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (21) para todos os ingredientes empregados na formulação. Após o cálculo das informações, a tabela foi construída seguindo as determinações descritas na Instrução Normativa nº 75/2020 (22), e nas resoluções RDC nº429/2020 (23) e RDC nº 727/2022 (24), que tratam sobre a rotulagem de alimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química da geleia

A Figura 6 apresenta a geleia de pitaiá após a abertura do frasco de armazenamento, com a visualização do gel formado, e a Tabela 2 apresenta os resultados da caracterização físico-química da geleia de pitaiá desenvolvida.

Figura 6 – Aparência final da geleia de pitaiá



Fonte: Autoras, 2024.

Tabela 2 – Determinações físico-químicas da geleia de pitaiá

Análise	Resultado
pH	3,50 $\pm$ 0,76
Acidez Total Titulável (%)	14,40 $\pm$ 0,16
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	45,00 $\pm$ 1,00
Umidade (%)	30,22 $\pm$ 2,24
Cinzas (%)	3,04 $\pm$ 0,02

Fonte: Autoras, 2024.

A análise de pH da geleia apresentou um valor de 3,50, resultante da incorporação de suco de limão na formulação da geleia de pitaiá. O suco de limão apresenta um valor de pH de 2,75 (25), necessário para a formação de um gel estável, devido ao ácido promover a protonação dos grupos carboxílicos, diminuindo a repulsão eletrostática entre as cadeias de pectina e aumentando a formação de pontes de hidrogênio, com resultante formação de gel (26). O pH 3,50 caracteriza a geleia como um produto de muito alta acidez, promovendo uma maior segurança microbiológica a este produto (27), e que,

quando associada a uma boa recravação, promove uma elevada durabilidade. A ATT alta corrobora estes achados, haja vista que o suco de limão adicionado apresenta uma concentração média de $6,75 \pm 0,02\%$ de ácido cítrico (28), sendo o principal responsável pela acidificação da geleia de pitaiá ($14,40 \pm 0,16\%$). Os valores de pH e acidez encontrados são condizentes com o pH (3,20) e acidez (14,14%) obtidos na geleia de açaí roxo, produzida por Couto et al. (29), onde o suco de limão também foi utilizado como acidulante, que conferiu acidez à geleia e promoveu a formação de uma forte rede de gel.

O valor de SST de 45 °Brix é inferior ao encontrado em geleias convencionais. No entanto, o baixo valor de SST é justificado pela ausência de adição de sacarose, substituída principalmente pelos monossacarídeos disponíveis nas frutas utilizadas, com destaque para a tâmara, apresentando uma concentração inferior ao que seria adicionado quando produzida uma geleia convencional (proporção de 1:1 em relação a quantidade de fruta utilizada). Nesses casos, é possível alcançar um valor de concentração de sólidos em torno de 60-65% quando a geleia é concentrada, como foi o caso dos teores de sólidos obtidos por Islam et al. (30), em geleia de pitaiá com 55% de açúcares, a qual apresentou valores de sólidos próximos a 67%.

O teor de umidade apresentou um valor de 30,22%, similar ao encontrado no trabalho de Islam et al. (30), com geleia de pitaiá adoçada com açúcar, que obteve valores entre $28,96 \pm 0,05$ e $30,12 \pm 0,15\%$. Esta proximidade nos teores de umidade, mesmo com teor de sólidos inferior, ocorre devido às características de textura da geleia, que são provenientes desta concentração de água no produto ao final da cocção. É possível que a geleia de pitaiá desenvolvida sem açúcar adicionado tenha passado por um tempo de cocção maior para atingir o mesmo teor de SST da geleia convencional de Islam et al. (30).

O conteúdo de cinzas é proveniente das matérias-primas utilizadas. As tâmaras apresentam um valor médio de minerais de $4,1 \pm 0,7$ g por 100 g de fruta (31) e a pitaiá e maçã apresentam valores próximos, de 0,56 e 0,59 g/100 g de fruta, respectivamente (32, 33). Os teores de cinzas encontrados são superiores aos descritos em geleia de pitaiá adoçada com açúcares produzida por Oliveira et al. (34), em torno de 0,4%, com 50% da formulação composta por polpa de pitaiá, demonstrando que a incorporação de tâmaras e maçã promoveram uma elevação do teor mineral da geleia.

Informação nutricional

A partir dos resultados de composição nutricional apresentados na Figura 7, observa-se um baixo valor energético, baixo valor de carboidratos totais e a presença de fibra alimentar na formulação da geleia de pitaiá. Devido à frequente busca, por parte dos consumidores, por produtos que apresentem uma melhor qualidade nutricional, e alimentos que não apresentem as lupas de indicação de alto teor, com destaque para a indicação de alto teor de açúcar adicionado em geleias (≥ 15 g de açúcar adicionado/100 g de produto) (22), este produto é uma opção mais saudável de produto para o consumo.

O valor energético obtido nesta formulação (188 kcal/100 g) é inferior ao das geleias produzidas com adição de açúcares, como a geleia de pitaiá produzida por Oliveira et al. (34), com valores energéticos entre 272,54 e 291,71 kcal. Este baixo valor energético se justifica devido à ausência de adição de açúcares, que são os principais macronutrientes encontrados neste tipo de produto, visto que as frutas comumente apresentam baixo valor de proteínas e teor lipídico quase ausente. No entanto, como foi utilizada a tâmara como forma de adoçar a geleia, esta que é rica em carboidratos de baixo peso molecular, os resultados de valor calórico foram superiores a geleias produzidas com a utilização de edulcorantes. O trabalho de Nogueira & Jesus (35), por exemplo, que visou o

desenvolvimento de geleia de seriguela *diet*, obteve resultados de valor calórico em suas formulações variando entre 72 e 112 kcal/100 g de geleia.

Figura 7 – Tabela de informação nutricional da geleia de pitaia vermelha sem açúcar adicionado

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 15 porções			
Porção: 20 g (1 colher sopa)			
	100 g	20 g	% VD*
Valor energético (kcal)	188	38	2
Carboidratos totais (g)	40	8	3
Açúcares totais (g)	35	7	-
Açúcares adicionados (g)	0	0	0
Proteínas (g)	3,1	0,6	1
Gorduras totais (g)	0,8	0	0
Gorduras saturadas (g)	0	0	0
Gorduras <i>trans</i> (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	5	1	4
Sódio (mg)	0	0	0
(*) Percentual de valores diários fornecidos pela porção.			

Fonte: Autoras, 2024.

Os carboidratos totais presentes na geleia de pitaia produzida são oriundos exclusivamente das frutas utilizadas nas formulações, incluindo o teor de fibra alimentar que foi calculado. A tâmara está presente nesta formulação como uma rica fonte de carboidratos (70-80%), a maioria na forma de sacarose, glicose e frutose, sendo ela conhecida por ser uma fonte adoçante alternativa mais natural e saudável a ser empregada nos alimentos em geral, com destaque para os doces produzidos a partir da cocção, onde se tem uma maior liberação destes açúcares (36). Do mesmo modo que o valor calórico das geleias, a incorporação das tâmaras promoveu um aumento no conteúdo de açúcares totais, em comparação com geleias produzidas com adição de edulcorantes. Nas formulações de geleia de seriguela *diet* produzidas por Nogueira & Jesus (35), os valores de açúcares totais variaram entre 18 e 28%, valores estes inferiores aos encontrados neste trabalho. O teor de fibras é proveniente da pitaia, que possui 1,34 g de fibras em 100 g de fruta (37), além da maçã adicionada na formulação, que possui concentração de fibras variando de 2-3 g por 100 g de fruta (33), promovendo uma melhor qualidade dietética a este produto.

O teor proteico da geleia é originado principalmente da pitaia, que apresenta $2,30 \pm 0,15\%$ de teor proteico na polpa (38). O teor de proteínas encontrado (3,1%) é superior aos valores encontrados na geleia de pitaia com adição de açúcares produzida por Oliveira et al. (34), que obteve valores entre $0,33 \pm 0,0\%$ e $0,70 \pm 0,1\%$, demonstrando que a não incorporação de açúcares promoveu uma melhor concentração das proteínas na geleia. Já os lipídios e sódio se destacam pela ausência nesta formulação, promovendo também uma significativa vantagem nutricional quando se consome este produto.

CONCLUSÕES

A geleia produzida apresentou uma boa gelificação e valores de umidade e pH similares aos encontrados na literatura, além de melhores concentrações de minerais e um valor de sólidos solúveis totais inferior às geleias convencionais, devido a não adição de açúcares na formulação, mas não afetando visualmente o produto.

A incorporação de tâmaras como substitutos de açúcares, e maçã e suco de limão como substitutos da pectina e ácido cítrico comercial apresentaram-se como boas alternativas para a produção de geleia de pitaiá, com menor valor energético, ausência de açúcar adicionado, além de melhores valores de proteínas, quando comparada às geleias de pitaiá produzidas com adição de açúcares. Logo, este é um produto mais saudável para consumo, cuja formulação apresenta potencial de ajustes e melhorias para se tornar uma opção no mercado. No entanto, é altamente recomendada a condução de análise sensorial e determinação da cor instrumental da geleia, a fim de melhor caracterizar o produto e avaliar a sua aceitabilidade.

REFERÊNCIAS

1. Shinwari KJ, Rao PS. Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2018;75:181-193.
2. Alam M, Sarkar A, Sayem ASM, Biswas R, Hasan MMM. Accessing the growth of heat-resistant mold ascospores in potato dextrose agar, isolated from a processed fruit jam – Dependence of temperature, pH, and sugar concentration. *Food Science & Nutrition*. 2024;12:9371-9378.
3. Guimarães DHP, Ferreira ALG, Arce PF. Effect of storage time on the physical, chemical, and theological properties of blueberry jam: Experimental measurements and artificial neural network simulation. *Foods*. 2023;12:2853.
4. Bouchefra A, Boubzari MT, Ikhelfoun M, Bouchel W. Analysis of physicochemical, nutritional, phytochemical properties and antioxidant capacity of three strawberry cultivars "*fragacia* × *ananasa duch*." from eastern of Algeria and characterization of strawberry jam. *Journal of Applied Biological Sciences*. 2023;17(1):111–124.
5. Zoubiri L, Bakir S, Barkat M, Carrillo C, Capanoglu E. Changes in the phenolic profile, antioxidant capacity and in vitro bioaccessibility of two Algerian grape varieties, Cardinal and Dabouki (Sabel), during the production of traditional sun-dried raisins and homemade jam. *Journal of Berry Research*. 2019;9:709-724.
6. Xie J, Peng G, Hu X, Xie J, Chen Y, Dong R, et al. Physicochemical characteristics of soluble dietary fiber obtained from grapefruit peel insoluble dietary fiber and its effects on blueberry jam. *Foods*. 2022;11:3735.
7. Chalchisa T, Zegeye A, Dereje B, Tolesa Y. Effect of sugar, pectin, and processing temperature on the qualities of pineapple jam. *International journal of fruit science*. 2022;22:711-724.
8. Wu J, Song Y-L, Wang Q, Ma L-A. Research and development of low-sugar compound jam of pitaya and orange peel. *China Condiment*. 2022;47(6):103-106.
9. Du H, Olawuyi IF, Said NS, Lee W-Y. Comparative analysis of physicochemical and functional properties of pectin from extracted dragon fruit waste by different techniques. *Polymers*. 2024;16:1097.
10. Kishore K, Sahu A. Composition and Uses. In: Mitra S. *Dragon Fruit: botany, production and uses*. Boston: CAB International, 2024.
11. Santos DN, Pio LAS, Faleiro FG. *Pitaya: uma alternativa frutífera*. Brasília: ProImpress, 2022.

12. Oliveira ENA, Feitosa BF, Souza RLA. Tecnologia e processamento de frutas: doces, geleias e compotas. Natal: IFRN, 2018.
13. Vibhakara HS, Bawa AS. Manufacturing Jams and Jellies. In: Sinha NK, Sidhu JS, Barta J, Wu JSB, Cano MP. Handbook of Fruits and Fruit Processing. Wiley-Blackwell, 2012.
14. Belović M, Torbica A, Pajić-Lijaković I, Mastilović J. Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. Food Chemistry. 2017;237:1226-1233.
15. Yun Y, Li J, Pan F, Zhou Y, Feng X, Tian J, et al. A novel strategy for producing low-sugar pomegranate jam with better anthocyanin stability: Combination of high-pressure processing and low methoxyl & amidate pectin. LWT. 2023;179:114625.
16. Shehzad M, Rasheed H, Naqvi SA, Al-Khayri JM, Lorenzo JM, Alaghbari MA, et al. Therapeutic potential of date pal against human infertility: A review. Metabolites. 2021;11(6):408.
17. Arshad A, Rehman T, Saif S, Rajoka MSR, Ranjha MMAN, Hassoun A, et al. Replacement of refined sugar by natural sweeteners: focus on potential health benefits. Heliyon. 2022;8:e10711.
18. Torrezan R. Manual para produção de geleias de frutas em escala industrial. Rio de Janeiro; 1998. (EMBRAPA - CTAA. Documentos, 29).
19. Zanetti VC, Meyring ES, Bordignon R, Peretti ME, Goldoni TSH, Feiten MC. Tecnologia de produção de geleias diet de frutas. In: Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços - Volume 3. Agron Food Academy; 2022.
20. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
21. TBCA - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2024 [acesso em 6 Ago 2025]. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>.
22. Brasil. Instrução Normativa nº 75, de 08 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração de rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União. 09 out 2020; Seção 1:113-124.
23. Brasil. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União. 09 out 2020; Seção 1:106-110.
24. Brasil. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 727, de 01 de julho de 2022. Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados. Diário Oficial da União. 06 jul 2022; Seção 1:213-216.
25. Pedrão MR, Beleia A, Modesta RCD, Prudencio-Ferreira SH. Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural e adoçado, congelado. Food Science and Technology. 1999;19(2).
26. Bragante AG. Processo de Gelificação em Alimentos. 2009 [acesso 5 Ago 2025]. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3275062/mod_resource/content/1/Bragante2009%20Processo%20de%20Gelifica%C3%A7%C3%A3o%20em%20Alimentos.pdf
27. Franco BDGM, Landgraf M. Microbiologia dos alimentos. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2023.
28. Brito KD, Filho JIS, Oliveira HBL, Araújo BG, Neto EP, Lima FCS. Estudo experimental do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka): composição físico-química e de minerais da polpa *in natura* e do resíduo albedo. Principia.

- 2017;37:64-70.
29. Couto LS, Baptista RC, Costa CVPN, Mattietto RA, Pontes MAN. Obtenção de geleia de açaí branco (*Euterpe oleracea*, Mart Var. Branco). In: Encontro de profissionais da química da Amazônia, 2007, 10. Belém, PA: Conselho Regional de Química, 2007.
 30. Islam MZ, Khan MTH, Hoque MM, Rahman MM. Studies on the process and preservation of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) jelly. The Agriculturists. 2012;10(2):29-35.
 31. Haris S, Alam M, Galiwango E, Mohamed MM, Kamal-Eldin A, Al-Marzouqi AH. Characterization analysis of date fruit pomace: Na underutilized waste bioresource rich in dietary fiber and phenolic antioxidants. Waste Management. 2023;163:34-42.
 32. Kakade V, Morade A, Kadam D. Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*). In: Ghosh SN, Sharma RR. Tropical Fruit Crops: Theory to Practical. JAYA Publishing House, 2021.
 33. Karakasova L, Stefanoski A, Rafajlovska V, Klopceska J. Technological characteristics of some apple cultivars. Acta Horticulturae. 2009;825:559-564.
 34. Oliveira G, Izidorio M, Corrêa RC, Mendes KN, Arantes PVC, Sartori TCFT. Aspectos microbiológicos e centesimais de geleia de pitaya. 15ª Jornada Científica e Tecnológica. 12º Simpósio de Pós-Graduação do IF Sul de Minas, 2023.
 35. Nogueira JP, Jesus MACL. Desenvolvimento, avaliação físico-química, sensorial e colorimétrica da geleia de seriguela *diet*. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. 2014;8(2):1531-1544.
 36. Sayas-Barberá E, Paredes C, Salgado-Ramos M, Pallarés N, Ferrer E, Vera CNR, et al. Approaches to enhance sugar content in foods: is the date palm fruit a natural alternative to sweeteners? Foods. 2024;13(1):129.
 37. Kakade V, Jinger D, Dayal V, Chavan S, Nangare DD, Wakchaure GC, et al. Dragon fruit: Wholesome and remunerative fruit crop for India. Food and Scientific Reports. 2020;1(12).
 38. Castro JC, Anjos MM, Hoinatski A, Klososki SJ, Mikcha JMG, Matshushita M, et al. Dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.) jam: Use full, development and characterization. Research, Society and Development. 2021;10(7):e6510716255.

Capítulo 14
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-14
USO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA

Ana Luiza Pereira Terra *; Antonina Louise Barreto Silva ; Elisabete Piancó
de Sousa Pinheiro ; Raimunda Valdenice da Silva Freitas ; Thamirys
Lorranne Santos Lima ; Taciano Pessoa ; Matheus Rovere de Moraes 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:*
lorrannealimentos24@gmail.com

Resumo: Atualmente, os insetos estão se destacando como uma opção viável para a produção de alimentos, não apenas pelo seu valor nutricional, mas também pelos benefícios ambientais que sua produção proporciona. Este trabalho tem como objetivo uma revisão bibliográfica a fim de conhecer sobre o consumo de insetos, além de listar as espécies mais utilizadas na alimentação. O presente trabalho se configura como uma revisão bibliográfica narrativa abrangendo inúmeras fontes, os critérios escolhidos para a seleção das fontes incluíram publicações em língua inglesa e portuguesa, entre os anos de 2003 e 2024. O consumo de insetos, também conhecido como entomofagia, é bastante comum em diversos continentes, como Ásia, África e América Latina, e tem grande importância na garantia da alimentação e subsistência. No Brasil, empresas comercializam insetos vivos e ressequidos destinados apenas ao consumo animal, sendo vendidos em pet shops e lojas agropecuárias. O mercado mundial de insetos comestíveis é crescente devido à conscientização sobre os atributos nutricionais da entomofagia, o que explica o aumento do interesse pelo tema e a alta procura na Europa. Portanto, a entomofagia é um assunto de extrema relevância por inúmeros motivos, como o seu potencial para o controle da fome mundial, alto valor nutritivo e facilidade de produção.

Palavras-chave: entomofagia; sustentabilidade; segurança alimentar

INTRODUÇÃO

Os insetos são animais invertebrados pertencentes ao grupo dos artrópodes, ou seja, animais com esqueleto externo (exoesqueleto) e apêndices articulados (1). Atualmente, os insetos estão se destacando como uma opção viável para a produção em larga escala de alimentos, não apenas pelo seu valor nutricional, mas também pelos benefícios ambientais que sua produção proporciona. Os insetos possuem um teor proteico (até 61%) de qualidade e facilmente digerível, tornando-se uma ótima alternativa como fonte de alimentação para suprir a crescente demanda da população mundial, com baixo impacto nas mudanças climáticas (2). Os insetos desempenham uma função essencial no equilíbrio ecológico, sendo crucial para a sobrevivência humana. No entanto, é estimado que os insetos sejam consumidos tradicionalmente por cerca de 2 milhões de pessoas e mais de 1.900 espécies já foram identificadas como adequadas para alimentação. Os insetos mais consumidos mundialmente pertencem, respectivamente, às ordens Coleoptera (besouros), Lepidoptera (mariposas), Hymenoptera (vespas, abelhas e formigas), Orthoptera (grilos, gafanhotos e esperanças), Hemiptera (percevejos, barbeiros, etc.), Isoptera (cupins), Odonata (libélulas), Diptera (moscas), Dictyoptera (louva-deus) e Megaloptera (lacraias d'água) (3).

Portanto, o estudo dos insetos (entomofagia) surge como uma excelente aliada na preservação ambiental e pode contribuir para reduzir o desmatamento (4). Os insetos podem ser consumidos em várias fases de desenvolvimento, como ovos, larvas, pupas e adultos. No entanto, a maioria das espécies registradas é consumida na forma de larva ou pupa (5).

Outrossim, a temática e pesquisas voltadas para uso de insetos na alimentação humana e animal contempla a importância destes, as dificuldades da inclusão na culinária e seu valor nutritivo. De acordo com Romeiro, Oliveira e Carvalho (4) que estudaram insetos como alternativa alimentar, logo constataram que os insetos possuem níveis satisfatórios de proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas. Segundo Korb (6), em seu estudo sobre ferramentas didáticas para disseminar a cultura da entomofagia, a mesma pode ser instigada a partir da educação, destacando o valor nutricional que os insetos comestíveis podem proporcionar aos consumidores e mudando a percepção de que os insetos não podem ser usados na alimentação cotidiana.

Para Papastavropoulou, Xiao e Proestos (7), os insetos comestíveis são uma fonte de alimento com inúmeras vantagens que ajudarão a solucionar a escassez de proteína e energia causada pelo rápido crescimento populacional global. De acordo com Van Huis (8), em relação ao consumo de alimentos à base de insetos, é preciso ainda se atentar às contraindicações que podem surgir: dentre elas, o autor observou estudos em que pessoas com alergias (como de frutos-do-mar, por exemplo) também apresentaram alguma reação alérgica ao consumo de espécies de gafanhotos e grilos. Assim, ressalta-se a relevância de se rotular adequadamente os produtos feitos à base de insetos.

Pesquisas neste ramo são de suma importância pois contribuem para a conscientização e conhecimento desta área que vem ganhando cada vez mais visibilidade, e está ascendendo no mundo todo. Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica a fim de conhecer sobre o consumo de insetos, além de listar espécies mais utilizadas na alimentação.

METODOLOGIA

O presente trabalho se configura como uma revisão bibliográfica narrativa, abrangendo uma variedade de fontes (artigos, textos online, livros, teses, periódicos científicos) com critérios escolhidos para a seleção das fontes que incluíram publicações em língua inglesa e portuguesa, entre os anos de 2003 e 2024 (9).

A condução da pesquisa se deu mediante a utilização dos termos “sustentabilidade”, “entomofagia”, “insetos comestíveis”, “consumo de insetos”, “revisão bibliográfica”, em plataformas como Google Acadêmico, ScienceDirect e Scielo, em português e inglês.

Foram selecionados 25 (vinte e cinco) estudos que apresentassem de maneira detalhada o método utilizado, tanto no título quanto no conteúdo, visando contribuir para uma compreensão mais aprofundada do tema, de acordo com o que descreve (10).

A partir da leitura de resumo e título, realizou-se a exclusão de artigos duplicados e artigos que não tratavam do assunto pesquisado, abordando outros temas ou estavam incompletos para leitura. Este método proporciona uma visão abrangente do tema em análise, embora não esgote todas as possibilidades de fontes disponíveis, uma vez que não envolve uma busca e análise sistemática dos dados. Sua principal vantagem reside na agilidade proporcionada pela rápida atualização dos estudos relacionados ao assunto (11).

REFERENCIAL TEÓRICO

Entomofagia e potencial mercadológico

O hábito de consumir insetos, também conhecido como entomofagia, é bastante comum em diversos continentes, como Ásia, África e América Latina, e tem grande importância na garantia da alimentação e subsistência. No Nordeste do Brasil, em particular, os insetos são valorizados como fonte importante de alimento devido à sua abundância, facilidade de coleta e riqueza nutricional (12).

A procura de alimentos continua a crescer, necessitando do desenvolvimento de métodos alternativos para otimizar as fontes alimentares, particularmente em proteínas de origem animal. Nessa perspectiva, o consumo de insetos torna-se uma alternativa de produção ecológica e economicamente viável e também saudável para os consumidores (6). O maior interesse no consumo de insetos se deve ao seu alto valor nutricional e durabilidade na produção, e o interesse na produção se deve aos baixos custos de criação (13). O cultivo em cativeiro de insetos comestíveis é relativamente fácil devido à sua alta fecundidade e espaço limitado, tornando esta atividade uma opção viável e lucrativa para atender às necessidades nutricionais globais (14).

De acordo com Van huis et al. (3), os tipos de insetos mais consumidos incluem besouros (31%); lagartas (18%); formigas, vespas e abelhas (14%); gafanhotos e grilos (13%); insetos de escala, cigarrinhas e cigarras (10%); libélulas (3%); cupins (3%) e moscas (2%). Na Europa, os tipos de insetos mais cultivados são larvas de tenébrio (*Tenebrio molitor*) e grilos (*Acheta domesticus*), por serem consideradas as mais promissoras para processamento industrial.

Em contrapartida com os benefícios do consumo de insetos, surgem também questões sobre as vulnerabilidades ainda desconhecidas e o que esse consumo pode implicar, como a segurança alimentar e a preservação da proteção ambiental. Deve-se notar que muitos insetos comercializados ainda são cultivados por criadores artesanais, o que significa que não existem regulamentações ou garantias da alta qualidade do produto, além da forma como são comercializados negociação fora de regulamentação rígida, sem garantias de qualidade e possíveis riscos à saúde do consumidor (15).

Nos Estados Unidos, a empresa “Chapul” foi a primeira a comercializar produtos à base de proteínas de insetos e desenvolveu a primeira farinha de grilo para o mercado americano em 2012 (16). A gama de produtos também inclui diversas barras aromatizadas e suplementos proteicos, que são fornecidos para diversos países do mundo.

A padaria finlandesa “Fazer”, localizada em Helsinki, lançou o primeiro pão que foi comercializado no mundo à base de insetos. Os pães são feitos de farinha de grilo e foram lançados em novembro de 2017, logo após o país se juntar a outros cinco países europeus (Reino Unido, Holanda, Bélgica, Áustria e Dinamarca) que permitem a reprodução e venda de insetos comestíveis (17).

No Brasil, são comercializados por empresas como “Nutrinsecta” e “Safari”, insetos vivos e ressequidos destinados apenas ao consumo animal, sendo vendidos em pet shops e lojas agropecuárias. A empresa Hakkuna está desenvolvendo farinha, barras de proteína e petiscos proteicos à base de grilo e voltados à alimentação humana, porém a venda destes produtos ainda não foi iniciada devido a barreiras regulatórias (18).

Consumo de insetos e Desenvolvimento Sustentável

Um fator limitante no desenvolvimento deste novo campo é a regulamentação. No Brasil, dois órgãos são essencialmente responsáveis por esse setor – o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que controla os produtos de origem animal destinados ao consumo humano ou animal, e a Agência Nacional de Vigilância

Sanitária (ANVISA), que está vinculada ao Ministério da Saúde, responsável pela aprovação de novos ingredientes para nutrição humana (19).

O MAPA permite inclusive cultivar, abater e produzir alimentos no mesmo local, desde que seja em estruturas independentes e tenha sua condição higiênica garantida (19). Porém, a ANVISA atualmente só permite o uso de insetos na alimentação animal e não é permitido para consumo humano, onde “o consumo de insetos não possui histórico de uso como alimentos pela população brasileira, então, as empresas interessadas em utilizar insetos na produção de alimentos devem solicitar junto à ANVISA avaliação da sua segurança”. Ainda, afirma que “Caso seja demonstrado que as condições e finalidade de uso desses insetos na produção de alimentos são seguras para o consumidor, seu uso é autorizado”. Desta forma, não foram apresentadas propostas sobre os assuntos no período 2017-2020. No entanto, existe programa regulatório que disponibiliza insetos para consumo humano (20).

Embora os insetos sejam consumidos no Brasil, como moscas e baratas, por exemplo eles só são encontrados em feiras livres, ainda não existe legislação sobre produtos industriais para consumo humano, o que impossibilita o desenvolvimento de produtos nesta área. O único aspecto regulamentado pela ANVISA é a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 14 de 2014, que estabelece limites toleráveis para “matérias estranhas” nos alimentos. Essa legislação lista os insetos que são considerados parte do processo de produção de alimentos (alimentos e bebidas) e que não representam ameaça à saúde humana dentro dos limites estabelecidos. Ou seja, um fragmento de inseto só pode ser considerado uma falha no processo produtivo, que inclui desde a coleta do alimento até o produto final, embalado (21).

O Órgão Federal de Segurança de Alimentos e de Veterinária na Suíça reconheceu três insetos como ingredientes para consumo humano em maio de 2017, permitindo a comercialização de alimentos feitos de grilos, gafanhotos e larvas de *Tenebrio molitor* (22).

Em relação a aplicação da entomofagia na sustentabilidade, se tem a Agenda 2030, que consiste em um projeto da Organização das Nações Unidas (ONU) que busca promover um acordo mundial em favor do crescimento sustentável. Seu objetivo central é assegurar o progresso humano e a garantia das necessidades fundamentais dos indivíduos por meio de uma abordagem econômica, política e social que valorize o meio ambiente e a sustentabilidade (23).

Aprovada em 2015 por 193 nações, esta Agenda consiste em 17 Metas - os "ODS, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável" - compostas por 169 objetivos que devem ser alcançados até 2030. Abrangente e abrangendo a interseção de seus objetivos, essa proposta engloba uma variedade de áreas que incluem desde a erradicação da pobreza e da fome, até a promoção da saúde e bem-estar, educação, igualdade de gênero, acesso à água limpa e saneamento, energia sustentável, emprego digno, crescimento econômico sustentável, redução das desigualdades sociais, sustentabilidade ambiental, inovação em infraestrutura, consumo consciente, cidades sustentáveis, ação climática, redução das disparidades e promoção da paz social (23).

O nono objetivo (ODS 9) é garantir processos industriais e de infraestrutura sustentáveis, além de promover a inovação. Os objetivos relacionados com o desenvolvimento de uma infraestrutura nacional e regional sustentável e de alta qualidade promovem a realização da segurança alimentar; aumentar a sustentabilidade das indústrias e a sua contribuição para o PIB; e incentivar a pesquisa e a inovação para melhorar a capacidade tecnológica das indústrias (24).

Os investimentos em infraestruturas são importantes para organizar serviços adequados para a sociedade em todos os sectores, incluindo os setores relacionados com

a segurança alimentar. Por exemplo, infraestruturas adequadas de saneamento básico evitam a poluição nas zonas agrícolas, enquanto redes de transporte eficientes garantem menos desperdício durante o transporte, o que afeta até o preço dos alimentos. Por outro lado, a indústria é um importante indicador de desenvolvimento, porque os processos nela desenvolvidos permitem produzir bens que melhor respondem às necessidades e desejos dos indivíduos em diferentes nichos de mercado. Em particular, a indústria alimentícia promove a aquisição de segurança de alimentos seguindo os padrões e comportamentos estabelecidos pelas agências reguladoras e adotando novas tecnologias que barateiam seu processo produtivo e reduzem a possibilidade de contaminação e desperdício (25).

Uso de insetos na alimentação

Na Tabela 1 tem-se os estudos sobre insetos e produtos desenvolvidos, bem como as bases de pesquisas que foram encontrados a fim de apresentar os resultados de pesquisas recentes sobre as diferentes formas de aproveitamento dos insetos e seus benefícios nutricionais.

Tabela 1 - Artigos sobre produtos à base de insetos e o valor nutritivo

Bases de pesquisas	Inseto	produto	autor
Google Acadêmico	<i>T. molitor</i>	Farinha	Medrado et al (26)
Google Acadêmico	cupim (<i>Isoptera</i>) e besouros-de-maio (<i>Ephemeroptera</i>)	Biscoitos e muffins	Ayieko et al (27)
Science Direct	<i>T. molitor</i>	Hambúrguer	Schouteten et al (28)
Google Acadêmico	<i>Nauphoeta cinerea</i>	Cookies de chocolate	Sousa et al (29)
Science Direct	<i>T. molitor</i> e <i>Bombyx mori</i>	Salsicha	Kim et al (30)

A seguir tem-se detalhadamente os principais achados dos estudos sobre produtos desenvolvidos a base de inseto conforme listado na Tabela 1. Medrado et.al. (26) estudaram sobre a composição química de farinhas de diferentes insetos (*T. molitor* e *N. cinerea*) para alimentação animal e identificaram o elevado teor de proteína para farinha dos insetos tenébrio e barata, valores na faixa de 47 a 78% de proteína.

Schouteten et al. (27) analisaram hambúrgueres à base de insetos, plantas e carne animal. Apesar de o mercado da carne estar estabelecido há um longo tempo, aspectos sensoriais se mostraram extremamente importantes para uma melhor aceitação dos hambúrgueres que continham insetos, o autor apontou uma variação de 0.59 na aceitação do hambúrguer entre as pessoas que não sabiam a origem (3.58), e as que sabiam (4.17). Os hambúrgueres à base de insetos e de plantas geraram expectativas aceitação geral baixas tanto nas condições cegas quanto informadas. No entanto, a aceitação pelo hambúrguer à base de insetos foi significativamente maior na condição informada e, portanto, ocorreu um efeito de assimilação. A nutritividade percebida do hambúrguer à base de insetos foi significativamente mais bem avaliada do que a do hambúrguer à base de carne durante a condição informada, gerando potencial para o posicionamento e marketing futuros de produtos alimentícios à base de insetos.

Kim et.al. (28) investigaram o uso de duas espécies de insetos (tenébrios - *T. molitor* e bicho-da-seda - *B. mori*), submetidos a três métodos sequenciais de pré-tratamento (moagem, desengorduramento e hidrólise ácida), para substituir 10% da carne

de porco em emulsões cárneas utilizadas na produção de salsichas. As salsichas feitas com farinha de insetos apresentaram menor umidade e maior teor de proteínas, além de maior conteúdo de lipídios nas amostras não desengorduradas. A adição de insetos também aumentou significativamente o conteúdo mineral das emulsões cárneas.

Ayieko et. al. (29) desenvolveram um produto alimentar contendo farinha de insetos utilizando métodos culinários com o objetivo de avaliar a aceitação de funcionários e estudantes da Universidade de Maseno, no Quênia. Foram testados seis produtos produzidos a partir de duas espécies de insetos: biscoitos de cupim (*Isoptera*) e de besouros-de-maio (*Ephemeroptera*), muffins de cupim e de besouros-de-maio, rolo de carne de besouros-de-maio e salsichas de cupim. Os biscoitos de cupim foram o produto mais recomendado, as salsichas de cupim foram as menos aprovadas. No geral, todos os produtos têm boas críticas quanto ao sabor, cheiro, aparência e textura.

Sousa et.al. (30) elaboraram três produtos à base de insetos, sendo eles um bolo de baunilha adicionado farinha de *Gryllus assimilis*, um patê adicionado de farinha de *T. molitor* e um cookie de chocolate adicionado de *N. cinerea*. Após a análise dos produtos desenvolvidos, os autores obtiveram valor significativo dos parâmetros analisados, como por exemplo, proteínas (43,75%; 39,81%; 52,06%) e valor energético (364,37; 492,50; 453,31), respectivamente?.

De acordo com Mancini et. al. (31), a entomofagia em países desenvolvidos, sobretudo na Europa e na América do Norte, poderia aumentar e fortalecer uma tendência em relação à economia alimentar mundial devido à influência que esses países exercem sobre os países em desenvolvimento. Uma das formas de popularização estudadas por Bartkowicz e Zielińska (32) é o consumo de barras proteicas. Os autores descobriram que a cor dos grilos e o fato de conter pedaços inteiros dos insetos foram barreiras ao consumo, enquanto o sabor e o cheiro do produto foram os fatores que mais influenciaram a aceitação geral.

De acordo com Ahuja e Mamtani (33), o mercado mundial de insetos comestíveis é crescente devido à conscientização sobre os atributos nutricionais da entomofagia, o que explica o aumento do interesse pelo tema e a alta procura na Europa.

Carvalho et. al. (34), em seu estudo sobre a possível utilização da farinha de insetos para alimentação de cães e gatos afirmam que, apesar da falta de estudos sobre o assunto, é plausível sim a utilização da farinha como matéria prima por substituir constituintes que também vão para a alimentação humana, logo, diminui a disputa entre as alimentações humana e animal.

Arrais e Neto (35), alegaram que a demanda por alimentos no mundo com uma população em constante crescimento é inevitável e os desafios ambientais ligados à produção de proteína animal convencional estão levando à busca por soluções inovadoras. Assim a antropoentomofagia surge como uma alternativa promissora e sustentável para atender às necessidades alimentares globais e a entomofagia pode se revelar eficaz para lidar com questões como a desnutrição, a insegurança alimentar e a falta de nutrientes essenciais.

CONCLUSÕES

A entomofagia é um assunto de extrema relevância por inúmeros motivos, como o seu potencial para o controle da fome mundial, alto valor nutritivo e facilidade de produção. Apesar de não ser uma área muito explorada, é possível perceber a crescente busca pelo assunto e cada vez mais informações sendo difundidas ao redor do mundo. Os insetos são mais consumidos dentro da culinária local de alguns países na Ásia, Europa e em algumas regiões da América, no entanto, ainda é possível perceber uma escassez de legislação para o consumo e comercialização dos mesmos, dificultando sua propagação.

Além disso, se faz necessário ainda mais estudos sobre os benefícios, como o valor nutricional dos insetos para que seja mais aprimorado e melhor apresentado, assim fazendo com que haja mais aceitação ao público, e consequentemente, mais procura por esse mercado.

REFERÊNCIAS

1. Hickman CP, Roberts LS, Keen SL, Eisenhour DJ, Larson A, I'Anson H. Princípios integrados de zoologia [Internet]. [S.l.: s.n.]; 2016 [citado 2024 mar 4]. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/64682461/principios-integrados-de-zoolog-cleveland-p-hickman-jr-larr>. Acesso em: 4 mar. 2024.
2. Gonçalves C, Chavez K, Jorge R. Entomofagia – consumo atual e potencial de futuro. Acta Port Nutr [Internet]. 2022 jul 30 [citado 2024 abr 29];(30):76–81. Disponível em: https://actaportuguesadenutricao.pt/wp-content/uploads/2022/09/13_AR.pdf. Acesso em: 29 abr. 2024.
3. Van Huis A, Van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme, P. Edible insects: future prospects for food and feed security [Internet]. [S.l.: s.n.]; 2013 [citado 2024 jun 1]. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20133217074>. Acesso em: 1 jun. 2024.
4. Romeiro ET, Oliveira ID, Carvalho EF. Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. Rev Comport Cult Soc [Internet]. 2015 set 22 [citado 2024 jun 4]; 4:41–61. Disponível em: http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2015/10/54_CA_artigo_ed_Vol_4_n_1_15_2.pdf. Acesso em: 4 jun. 2024.
5. Costa Neto EM. Insetos como fontes de alimentos para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes. [S.l.: [s.n.]; 2003;28:136–40.
6. Korb DV. Ferramentas didáticas para disseminar a cultura da entomofagia [Trabalho de Conclusão de Curso]. [S.l.]: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019 [citado 2024 abr 29]. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11092/1/DV_COBIO_2019_2_04.pdf. Acesso em: 29 abr. 2024.
7. Papastravopoulou K, Xiao J, Proestos C. Edible insects: tendency or necessity (a review). [S.l.: [s.n.]; 2023 [citado 2024 maio 5];4. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/efd2.58>. Acesso em: 5 mai. 2024.

8. Van Huis A. Edible insects are the future? *Proc Nutr Soc.* 2020;75(3):294–305. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0029665116000069>. Acesso em: 05/05/2024.
9. Gang J, Fischer ML. Um olhar bioético para entomofagia: uma revisão integrativa. *Rev Inclusões* [Internet]. 2022 [citado 2024 jun 3];9:359–77. Disponível em: <https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/view/3380/3452>. Acesso em: 3 jun. 2024.
10. Dorling D. The struggle for social sustainability: moral conflicts in global social policy. In: Deeming C, editor. [S.l.]: Bristol University Press; 2021. p. 154. Disponível em: <https://bristoluniversitypressdigital.com/edcollchap/book/9781447356127/ch007.xml>. Acesso em: 8 jul. 2024.
11. Cavalcante LTC. Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. *Pepsic Períod Psicol* [Internet]. 2020 abr 13 [citado 2024 jun 3];26:83–102. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/psicologiaemrevista/article/view/12005>. Acesso em: 3 jun. 2024.
12. Macedo IME, Veloso, RR, Medeiros HAF, Padilha MRF, Ferreira GS, Shinohara NKS. Entomophagy in different food cultures. *Rev Geama* [Internet]. 2017 jun 20 [citado 2024 mar 8]. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/1398>. Acesso em: 8 mar. 2024.
13. Tan HSG, Fischer ARH, Tinchin P. Insects as food: exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance. *Food Qual Prefer.* 2015;42:78–9.
14. Raheem D, Raposo A, Oluwole OB, Nieuwland M, Saraiva A, Carrascosa. Entomophagy: nutritional, ecological, safety and legislation aspects. *Food Res Int.* 2019;126:108672. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108672>. Acesso em: 4 jul. 2024.
15. Fischer ML, Turbay Palodeto MF, Costa dos Santos E. Uso de animais como zoterápicos: uma questão bioética. *Hist Ciênc Saúde-Manguinhos.* 2018;25(1). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/qTpWnnx4THNLr89378F8Nnw/>. Acesso em: 1 jul. 2024.
16. Crowley P, D'Asaro L. Crickets return to Shark Tank [Internet]. [S.l.]: Chapul; 2018 [citado 2024 jul 1]. Disponível em: <https://chapul.com/blogs/chapul-bars-latest-news/crickets-return-to-shark-tank>. Acesso em: 1 jul. 2024.

17. Cuddy A. Crushed cricket bread hits shelves in Finland [Internet]. [S.l.]: Euronews; 2017 nov 23 [citado 2024 jul 1]. Disponível em: <https://www.euronews.com/2017/11/23/crushed-cricket-bread-hits-shelves-in-finland>. Acesso em: 1 jul. 2024.
18. Hakkuna. Hakkuna – proteico e nutritivo [Internet]. [S.l.]; 2017 [citado 2024 jul 1]. Disponível em: <http://hakkuna.com/>. Acesso em: 1 jul. 2024.
19. Brasil, BBC News. Farinha de grilo e barrinhas de besouros: estes brasileiros apostam em insetos como alimento. BBC News [Internet]. 2018 set 26 [citado 2024 jun 3]. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-45634248>. Acesso em: 3 jun. 2024.
20. Brasil. Insetos comestíveis. Pesquisa FAPESP [Internet]. 2020 [citado 2024 jun 3]. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/insetos-comestiveis/>. Acesso em: 3 jun. 2024.
21. Moraes B, Fernandes L. O promissor mercado de insetos comestíveis. Rev Eletr J Cient [Internet]. 2018 maio 8 [citado 2024 jun 3]. Disponível em: <https://www.comciencia.br/putz-grila-insetos-na-comida/>. Acesso em: 3 jun. 2024.
22. Federal Food Safety and Veterinary Office (FSVO). Import of foodstuffs and utility articles [Internet]. [S.l.]: FSVO; 2017 [citado 2024 jun 3]. Disponível em: <https://www.blv.admin.ch/blv/en/home/import-und-export/import/importe-aus-der-eu/lebensmittel-und-gebrauchsgegenstaende.html>. Acesso em: 3 jun. 2024.
23. Moreira MR, Kastrup E, Ribeiro JM, Carvalho AI, Braga AP. O Brasil rumo a 2030? Percepções de especialistas brasileiros(as) em saúde sobre o potencial de o País cumprir os ODS Brazil heading to 2030. Saúde Debate [Internet]. 2020 jul 11 [citado 2024 jul 1];44(n. spe 2):22–35. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/CNwYxgJZ4kVRHmnDhykMWcz/?lang=pt>. Acesso em: 1 jul. 2024.
24. United Nations General Assembly (UNGA). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Internet]. [S.l.]; 2015 out 21 [citado 2024 jul 1]. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 1 jul. 2024.
25. Damasceno JV. A abordagem da segurança alimentar na Agenda 2030 [Trabalho de Conclusão de Curso]. [S.l.]: Universidade Federal de Uberlândia; 2019 [citado 2024 jul 1]. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/27862>. Acesso em: 1 jul. 2024.
26. Medrado MLR, Assis SD, Oliveira G, Santos RR, Chagas GM, Leandro NSM. Composição química de farinhas de diferentes espécies de insetos como ingrediente para ração animal. In: Construindo saberes, formando pessoas e

- transformando a produção animal [Internet]. [S.l.]; 2018 [citado 2024 jun 3]. p. 1–5. Disponível em: <http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-0982.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2024.
27. Schouteten JJ, Steur HD, Pelsmaeker SD, Lagast S, Juvinal JG, Bourdeaudhuij I, et al. Emotional and sensory profiling of insect-, plant- and meat-based burgers under blind, expected and informed conditions. *Food Qual Prefer.* 2016;52:27–31. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.03.011>. Acesso em: 3 jun. 2024.
 28. Kim H-W, Setyabrata D, Lee YJ, Jones OG, Kim YHB. Pre-treated mealworm larvae and silkworm pupae as a novel protein ingredient in emulsion sausages. *Innov Food Sci Emerg Technol.* 2016;38:116–23. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.09.023>. Acesso em: 3 jun. 2024.
 29. Ayieko M, Oriaro V, Nyambuga LA. Processed products of termites and lake flies: improving entomophagy for food security within the Lake Victoria region. *Afr J Food Agric Nutr Dev.* 2010;10(2). Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajfand/article/view/53352>. Acesso em: 28 jun. 2024.
 30. Sousa CE, Melo DC, Santana GO, Minas RS, Kwiatkowski A. Inserção de insetos na alimentação humana como alternativa nutricional em produtos de panificação. *Insect Farming Technol* [Internet]. 2024;3(1):1–19 [citado 2024 abr 23]. Disponível em: <https://insectfarmingtechnologies.com.br/ift/article/view/7>. Acesso em: 23 abr. 2024.
 31. Mancini S, Moruzzo R, Riccioli F, Paci G. European consumers' readiness to adopt insects as food: a review. *Food Res Int.* 2019;122. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.041>. Acesso em: 2 jul. 2024.
 32. Bartkowicz J, Babicz-Zielińska E. Acceptance of bars with edible insects by a selected group of students from Tri-City, Poland. *Czech J Food Sci.* 2020 maio 25;38(3):192–7. Disponível em: <https://www.agriculturejournals.cz/pdfs/cjf/2020/03/09.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2024.
 33. Ahuja K, Mamtani K. Edible insects market size – by product (beetles, caterpillars, grasshoppers, bees, wasps, ants, scale insects & tree bugs), application (flour, protein bars, snacks), industry analysis report, growth prospects, regional outlook & global forecast, 2023–2032. *Global Market Insights* [Internet]. 2023 [citado 2024 jul 1]. Disponível em: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/edible-insects-market>. Acesso em: 1 jul. 2024.
 34. Carvalho LC, Machado BL, Lopes LK, Cândido BM, Wenceslau RR, Fortes CMLS. Possível utilização da farinha de insetos na alimentação de cães e gatos. *Repositório Institucional da UFMG* [Internet]. 2016 [citado 2024 jul 27].

Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/47736>. Acesso em: 27 jul. 2024.

35. Arrais IPA, Neto EMC. Antropoentomofagia e o potencial nutricional dos insetos comestíveis: uma revisão bibliográfica. In: Ciência e tecnologia de alimentos: o avanço da ciência no Brasil. [S.l.]: Editora Científica Digital; 2023. v. 5, cap. 2, p. 23–44. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/antropoentomofagia-e-o-potencial-nutricional-dos-insetos-comestiveis-uma-revisao-bibliografica>. Acesso em: 27 jul. 2024.

Capítulo 15
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-15
AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E
DAS BOAS PRÁTICAS DE MANIPULAÇÃO EM FEIRA LIVRE
NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS-RN

Francisca Emilly Souza Lins *; Marcos Juciede Chaves Anterio ; Raimunda Valdenice da Silva Freitas ; Thamirys Lorranne Santos Lima ; Rerisson do Nascimento Alves ; Elisabete Piancó de Sousa Pinheiro 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:*
lorrannealimentos24@gmail.com

Resumo: De origem colonial, as feiras livres constituem uma forma de abastecimento alimentar de fácil acesso que, devido a características como o intenso fluxo de pessoas, a precariedade do ambiente de comercialização e a inadequada manipulação dos alimentos, representam potenciais fontes de contaminação e riscos à saúde pública. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar as condições higiênico-sanitárias e as Boas Práticas de Manipulação em uma feira livre da cidade de Pau dos Ferros-RN. A pesquisa, de caráter qualitativo e quantitativo, foi realizada por meio de visitas in loco e entrevistas com os feirantes, utilizando questões objetivas e subjetivas contidas em um formulário socioeconômico e em um *checklist* de higiene adaptado segundo os critérios das Resoluções da Diretoria Colegiada (RDC) nº 275 e nº 216. Em visita posterior, foram entregues kits de higiene e materiais informativos sobre as Boas Práticas. A análise dos dados, realizada com o auxílio dos programas Google Planilhas e Google Documentos, evidenciou práticas sanitárias deficitárias tanto por parte dos feirantes quanto no ambiente de manipulação, incluindo a falta de equipamentos adequados para o armazenamento dos alimentos, ausência de área apropriada para estocagem dos resíduos, presença de vetores e pragas urbanas, entre outros problemas. Diante disso, constatou-se que a maioria dos feirantes não estava em conformidade com a legislação vigente, indicando a necessidade de capacitações que promovam a adoção de procedimentos higiênicos e de manipulação corretos, visando garantir a segurança dos alimentos e a saúde dos consumidores.

Palavras-chave: alimentos; *checklist*; feirantes; legislação; segurança

INTRODUÇÃO

Há alguns séculos, iniciou-se no Brasil um meio de comercialização ambulante trazido pelos portugueses na época da colonização. Esse meio, conhecido posteriormente como feiras livres, tinha como principal objetivo a realização de trocas entre comunidades, visando atender às necessidades básicas da população (1).

Atualmente, as feiras livres podem ser caracterizadas como um meio de comercialização e obtenção de variadas mercadorias, possibilitando, dessa maneira, o compartilhamento de tradições, culturas e, principalmente, de produtos alimentícios de determinadas regiões, povos e comunidades (2).

O fácil e amplo alcance populacional dessa forma de abastecimento alimentar exige maior responsabilidade quanto ao fornecimento de alimentos seguros, que não ofereçam riscos ao público consumidor. Nesse sentido, destaca-se a importância da aplicação das Boas Práticas (BP) para garantir a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos e evitar cenários de contaminações e toxinfecções (3, 4). Conforme definido

pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 216/2004, as BP consistem em um conjunto de procedimentos higiênicos que devem ser seguidos em serviços de alimentação, com o propósito de garantir a qualidade higiênico-sanitária e a conformidade dos alimentos segundo a legislação vigente (5).

Nesse sentido, os procedimentos das BP, voltados a minimizar os riscos de contaminação e disseminação de possíveis Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs), são pautados em normas governamentais, como as Resoluções da Diretoria Colegiada/RDC nº 275/2002 e nº 216/2004 (5, 6, 7), que tratam, respectivamente, da regulamentação de procedimentos operacionais padronizados aplicados a estabelecimentos que produzem ou comercializam alimentos e aos serviços de alimentação. Nesse contexto, tais resoluções objetivam, de forma complementar, a correta manipulação dos alimentos, a qualidade dos produtos comercializados e as condições higiênico-sanitárias dos estabelecimentos.

Matos *et al.* (8) salientaram que as feiras livres são ambientes favoráveis ao desenvolvimento e à proliferação de microrganismos. Nesse sentido, fatores como o grande fluxo de pessoas, a falta de infraestrutura adequada nas barracas, a higiene precária na manipulação das mercadorias e a desorganização resultam em questionamentos acerca da segurança dos produtos oferecidos e da aplicação dos procedimentos básicos de higiene.

No contexto das feiras livres, torna-se necessária a implementação do controle de qualidade e a aplicação das BP pelos feirantes, visando evitar desperdícios, a proliferação de microrganismos e DTA (9, 10, 11). Nesse sentido, compreende-se a necessidade de padronização dos procedimentos para oferecer alimentos seguros e evitar possíveis riscos de contaminação (4, 8).

O município de Pau dos Ferros, situado no Rio Grande do Norte, caracteriza-se pela crescente expansão de suas atividades industriais e pela comercialização de alimentos para suprir as necessidades da população. A feira livre dessa cidade, popularmente conhecida como “feira da pedra”, é realizada desde 1859, ocorrendo semanalmente em um espaço destinado a essa atividade, sendo responsável pela geração de renda para várias famílias da região (12). Nesse cenário, o presente estudo torna-se relevante para garantir a segurança dos consumidores dos alimentos comercializados na feira livre local.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as condições higiênico-sanitárias e as Boas Práticas de Manipulação em feira livre da cidade de Pau dos Ferros-RN.

MATERIAL E MÉTODOS

As visitas para avaliação das condições higiênico-sanitárias foram realizadas nos meses de outubro a dezembro de 2023, na feira livre da cidade de Pau dos Ferros – RN. Na primeira visita, a coleta de dados ocorreu por meio de um roteiro de entrevista estruturado, contendo perguntas objetivas e subjetivas referentes ao gênero, escolaridade, idade, estado civil, renda mensal, além de questões sobre os alimentos comercializados, desperdícios e o conhecimento/interesse em capacitações sobre Boas Práticas. A pesquisa foi desenvolvida *in loco*, por meio de observação direta e entrevistas com os feirantes.

O estudo, de natureza qualitativa e quantitativa, contou com a participação de 20 feirantes, selecionados de forma aleatória e voluntária. Apesar do intenso fluxo de pessoas e das interrupções frequentes para o atendimento aos clientes, os participantes demonstraram receptividade e disposição para responder às entrevistas. Todos os feirantes foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual garantiu a

confidencialidade e a proteção da identidade dos participantes. Devido à natureza do estudo, que envolveu apenas entrevistas e observação, sem manipulação ou coleta de amostras de alimentos, este trabalho não exigiu submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Na segunda visita, foram entregues kits de apoio contendo avental, touca, máscara, luvas e material impresso com informações sobre as BP em feiras livres. Na ocasião, foi realizada uma breve explanação sobre a importância da higiene e da adoção de medidas adequadas por meio da utilização dos itens fornecidos.

O formulário utilizado foi estruturado e adaptado com base na ficha de avaliação de Santos *et al.* (4), a qual contempla os Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos e as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Para a construção do *checklist* de avaliação dos feirantes e dos pontos de venda, contendo 15 itens referentes aos manipuladores, barracas e condições ambientais, foram realizadas consultas e adaptações conforme as normas de Boas Práticas estabelecidas pela RDC nº 275/02 e RDC nº 216/04 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), com foco na análise das condições sanitárias do ambiente e dos manipuladores (7, 5), conforme apresentado no Apêndice 1. A adaptação do *checklist* foi necessária devido à ausência de legislação específica voltada às feiras livres.

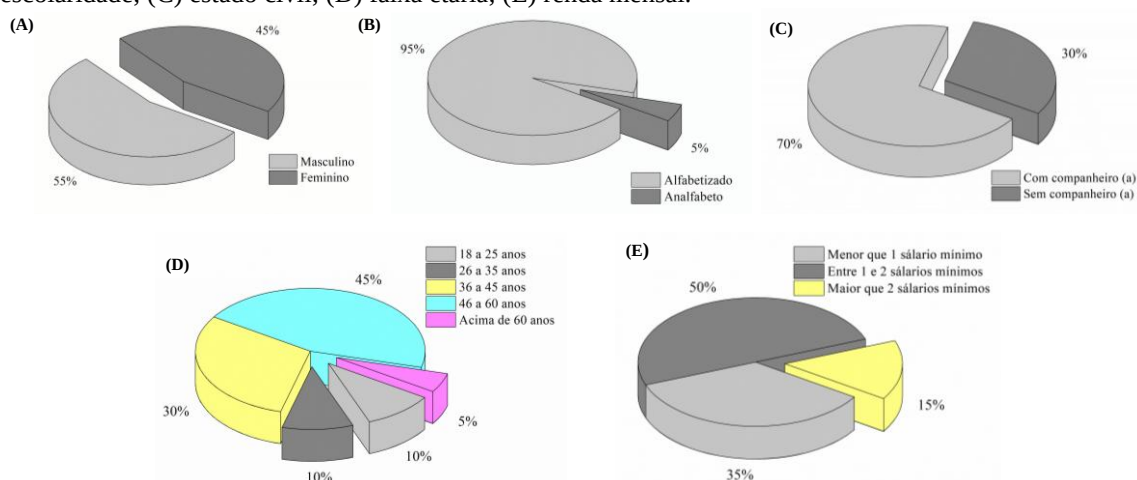
Quanto ao preenchimento do *checklist*, foram atribuídas as seguintes classificações: “S” (sim), para os itens em conformidade; “N” (não), para os itens em desconformidade; e “NA” (não se aplica), para os itens não aplicáveis ao local avaliado. Após a aplicação do *checklist*, calcularam-se os percentuais de conformidade por meio da razão entre o número total de itens conformes e o total de itens avaliados, multiplicando-se o resultado por 100 para obtenção do percentual final.

Para a tabulação dos dados e elaboração dos gráficos, foram utilizados os programas Google Documentos e Google Planilhas. A confecção do folder informativo foi realizada com o auxílio do Canva, ferramenta de design gráfico (disponível em: <https://www.canva.com/>).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados referentes às questões 1 a 5 do formulário (Apêndice 1). Na qual referem-se ao gênero, escolaridade, estado civil, idade e renda dos feirantes.

Figura 1 - Perfil socioeconômico dos feirantes, segundo diferentes características: (A) gênero; (B) escolaridade; (C) estado civil; (D) faixa etária; (E) renda mensal.



Fonte: Autores (2025).

Dentre os principais itens abordados na caracterização populacional, destaca-se a predominância do gênero masculino (Figura 1A). Esse resultado está em consonância com a maioria dos estudos realizados em feiras livres, os quais apontam que, de modo geral, a atividade exige esforço braçal, o que contribui para a presença predominante de homens à frente das barracas. Dados semelhantes foram encontrados por Souza *et al.* (9), que observaram que, das 30 barracas analisadas, cerca de 60% eram ocupadas por feirantes do sexo masculino.

No que se refere ao grau de escolaridade, constatou-se que 95% dos entrevistados possuíam algum nível de alfabetização, enquanto apenas 5% não apresentavam nenhum tipo de escolarização. Entretanto, é importante ressaltar que, embora a maioria dos feirantes seja alfabetizada, o nível de escolaridade, especialmente entre aqueles com idade entre 45 e 60 anos, era baixo, não ultrapassando o ensino fundamental (Figura 1B).

Além disso, embora metade dos entrevistados tenha declarado possuir cônjuge, observou-se que, na maioria das barracas, apenas uma pessoa era responsável tanto pela entrega dos alimentos quanto pela coleta do dinheiro, sem tempo ou estrutura adequada para a higienização das mãos (Figura 1C).

Complementarmente, os feirantes justificaram o baixo nível de escolaridade pela necessidade de abandonar os estudos em busca de renda para o sustento cotidiano. Quanto à renda mensal, observou-se que, apesar de a maioria receber entre um e dois salários mínimos, parte dos feirantes depende de incentivos governamentais para cobrir gastos cotidianos, como alimentação e contas fixas, além de recursos financeiros para a manutenção e restauração das barracas utilizadas na feira (Figura 1E)

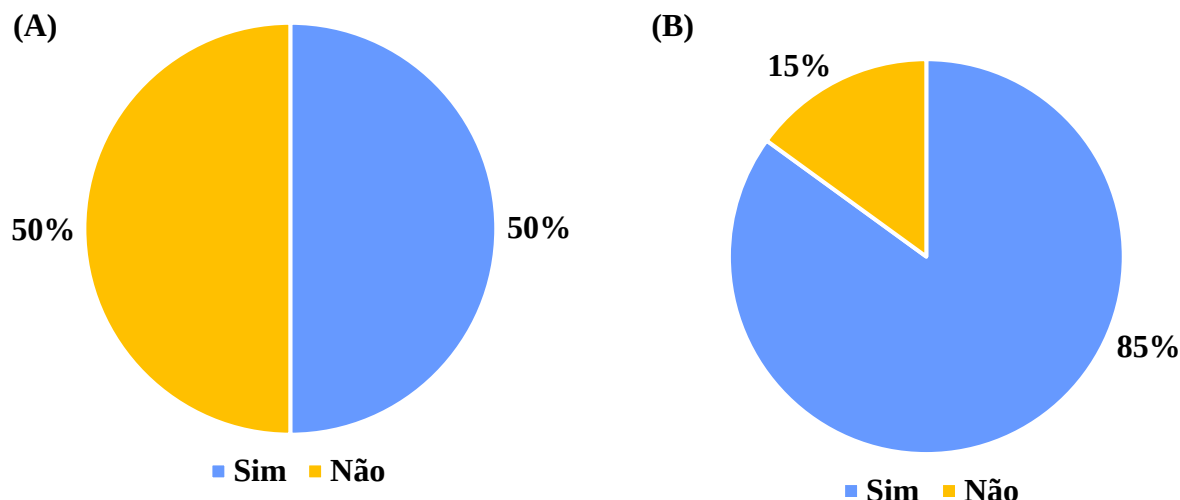
Em relação às perguntas 6, 7 e 8 do formulário aplicado – “Quais os produtos vendidos?”, “Quais produtos apresentam maior desperdício?” e “Por que ocorre esse desperdício?”, respectivamente – obtiveram-se as seguintes informações: os principais alimentos comercializados nas barracas foram temperos, laticínios, doces, méis, gomas, grãos, ervas para chá, aves, polpas, ovos, bolos e, principalmente, frutas e hortaliças. Dentre esses produtos, frutas e hortaliças destacaram-se quanto ao volume de desperdício. Os feirantes apontaram diversos fatores que contribuem para essa situação, como precárias condições do ambiente de comercialização, altas temperaturas, armazenamento inadequado, injúrias no tecido vegetal devido à distância entre o local de fornecimento e a banca e, em menor número de casos, sobras resultantes da baixa comercialização.

Segundo Peixoto e Pinto (13), o desperdício de alimentos pode ser consequência de diversos fatores, dentre os quais se destacam as limitações financeiras, as dificuldades de armazenamento e refrigeração em ambientes com altas temperaturas e umidade, o uso de embalagens ineficazes e estruturas de comercialização inadequadas.

A Figura 2 apresentam, respectivamente, os resultados das questões 9 e 10 do formulário (Apêndice 1), as quais abordam o nível de conhecimento dos feirantes sobre as boas práticas de manipulação de alimentos e o interesse destes em participar de capacitações relacionadas ao tema.

Como resultado da questão 9, observou-se que 50% dos participantes afirmaram possuir conhecimento sobre as boas práticas de manipulação de alimentos, enquanto os outros 50% declararam nunca ter ouvido falar ou participado de atividades relacionadas ao tema (Figura 2A). A ausência de um conhecimento técnico adequado por parte dos comerciantes quanto à importância das boas práticas também foi evidenciada por Santos e Bezerra (14), os quais, ao avaliarem as condições higiênico-sanitárias e as práticas de manipulação em cinco unidades produtoras de refeições na cidade de São Gabriel da Cachoeira – AM, na qual constataram que 84% dos 19 participantes apresentavam conhecimento insuficiente sobre segurança de alimentos. Ainda segundo o estudo, 53% dos manipuladores foram classificados como tendo práticas inadequadas de manuseio.

Figura 2 - (A) Conhecimento acerca das boas práticas de manipulação dos alimentos; (B) Interesse em participar de atividades de capacitação.



Fonte: Autores (2025).

Sob essa perspectiva, compreende-se que a carência de saber técnico sobre as práticas sanitárias corretas acarreta problemas como a ausência de medidas para prevenção de acúmulo de poeira, presença de animais e insetos (15), além do favorecimento ao desenvolvimento de microrganismos. Tais falhas configuram potenciais riscos de contaminação e veiculação de doenças por meio dos alimentos.

Em relação à questão 10, verificou-se que 85% dos feirantes demonstraram disposição em participar de palestras informativas ou atividades de capacitação sobre boas práticas de manipulação, evidenciando interesse pelo tema e intenção de aplicar os conhecimentos adquiridos nas respectivas bancas — o que se apresenta como um aspecto positivo, especialmente considerando que metade dos entrevistados alegaram desconhecer tais práticas. Por outro lado, 15% dos participantes manifestaram desinteresse em participar das ações formativas (Figura 2B).

Esse cenário de resistência também foi observado na pesquisa de Silva *et al.* (16), cujo objetivo foi caracterizar as condições higiênico-sanitárias e avaliar o impacto das ações de capacitação em feiras livres do município de Sete Lagoas – MG. No estudo, verificou-se que, além da convocação realizada por discentes do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de São João del-Rei, foi necessária uma intervenção mais incisiva do órgão de Vigilância Sanitária local para assegurar uma adesão satisfatória. Essa atuação oficial revelou-se crucial, uma vez que, no início da pesquisa, a participação efetiva dos feirantes havia sido considerada insuficiente.

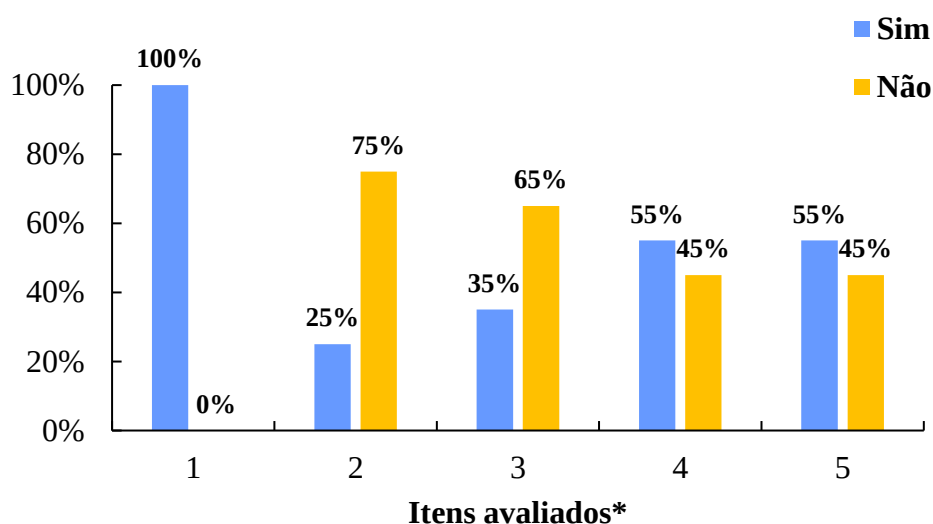
O roteiro de inspeção (*checklist*) adotado contemplou 15 itens, definidos com base nas Resoluções da Diretoria Colegiada – RDC nº 275/2002 e nº 216/2004 (5, 7), com as devidas adaptações ao contexto analisado. O referido *checklist* foi aplicado com o objetivo de avaliar as condições higiênico-sanitárias das bancas da feira livre do município de Pau dos Ferros/RN, visando garantir a segurança higiênica e a adequada manipulação dos alimentos destinados ao consumo humano.

Na Figura 3, o Item 1 apresentou um destaque positivo em relação aos demais, uma vez que 100% dos feirantes avaliados não apresentavam lesões ou quaisquer sintomas de enfermidades. Em contraste, o Item 2, referente à higienização adequada das mãos, revelou um resultado insatisfatório: apenas 25% dos feirantes estavam em

conformidade com as exigências previstas nas resoluções vigentes. Os demais 75%, que não atendiam aos critérios estabelecidos, apresentaram irregularidades que também foram evidenciadas no Item 3.

De maneira semelhante ao Item 2, o Item 3 também apresentou resultado negativo. Constatou-se que 65% dos entrevistados realizavam práticas potencialmente contaminantes durante a manipulação dos alimentos, tais como: não lavar as mãos após manusear dinheiro, fumar, tossir, espirrar ou conversar próximo aos alimentos. Tais condutas, em ambientes de comercialização e manipulação de alimentos, favorecem a contaminação microbiológica, comprometendo, consequentemente, a saúde dos consumidores (10).

Figura 3 - Percentual de itens em conformidade e não conformidade avaliados quanto às práticas dos manipuladores de alimentos: (1) ausência de lesões ou sintomas de enfermidade nos manipuladores; (2) higienização adequada das mãos; (3) manipuladores que não espirram sobre os alimentos, não cospem, não tosse, não fumam, não manipulam dinheiro e não praticam outros atos que possam contaminar o alimento; (4) uso de roupas limpas e adequadas; (5) asseio pessoal, incluindo boa apresentação, asseio corporal, unhas curtas, sem esmalte, sem adornos (anéis, pulseiras, brincos etc.), barbeados, com cabelos protegidos.



Fonte: Autores (2025).

Resultados análogos foram identificados no estudo de Andrade e Cruz (17), que analisaram as condições higiênico-sanitárias das feiras livres dos municípios de Barra do Bugres e Tangará da Serra, no estado de Mato Grosso. Dentre as três feiras avaliadas, apenas duas apresentaram conformidade quanto às práticas de higienização dos manipuladores. A terceira, com desempenho insatisfatório, destacou-se negativamente pela ocorrência de hábitos inadequados, como a não lavagem das mãos após mudanças de atividade ou após o manuseio de dinheiro. Os autores sugerem que essas práticas estejam relacionadas ao desconhecimento dos riscos sanitários envolvidos e à subestimação da importância da lavagem correta das mãos. De acordo com a RDC nº 216/2004, os manipuladores de alimentos devem realizar não apenas a lavagem correta das mãos, mas também a antissepsia, com o objetivo de reduzir os níveis microbianos a patamares seguros. Essa operação pode ser realizada durante a lavagem com o uso de sabonetes antissépticos ou posteriormente, com a aplicação de agentes antissépticos apropriados (5).

Em relação aos itens 4 e 5, correspondentes às vestimentas dos feirantes e ao asseio pessoal, respectivamente, apresentaram resultados igualmente insatisfatórios (Figura 3). Apesar de a maioria dos feirantes utilizarem roupas aparentemente limpas,

observou-se o uso de adornos (anéis, pulseiras, relógios, brincos), presença de barba, cabelos desprotegidos, unhas longas e/ou esmaltadas, além da utilização de vestimentas inadequadas para a atividade. Tais inadequações elevam o risco de contaminação física e biológica dos alimentos durante sua manipulação e exposição.

Segundo Almeida *et al.* (18), em estudo realizado na cidade de Areia/PB sobre a caracterização da cadeia produtiva de hortaliças, o desconhecimento acerca das boas práticas higiênico-sanitárias está diretamente relacionado ao baixo nível de escolaridade da população envolvida. Tal associação pode ser aplicada ao presente estudo, tendo em vista que grande parte dos feirantes avaliados apresenta baixo grau de escolaridade e desconhecimento generalizado sobre as BP. Resultados semelhantes também foram reportados por Kundu *et al.* (19), em pesquisa realizada nas regiões Sul de Bangladesh, nas cidades de Barishal e Patuakhali. Os autores identificaram condições precárias de higiene nas feiras analisadas, com mais da metade dos feirantes negligenciando as boas práticas de higiene pessoal e manipulação de alimentos.

Conforme as diretrizes da RDC nº 216/2004, recomenda-se, para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos, que os manipuladores mantenham os cabelos presos e protegidos por toucas ou redes, estejam sem barba, com unhas curtas, limpas e sem esmalte ou base, além de não utilizarem adornos ou maquiagem. É imprescindível, ainda, a lavagem cuidadosa das mãos ao iniciar o trabalho, antes e após a manipulação de alimentos, bem como a manutenção de um padrão rigoroso de asseio pessoal, incluindo o uso de uniforme limpo e compatível com a atividade exercida (5).

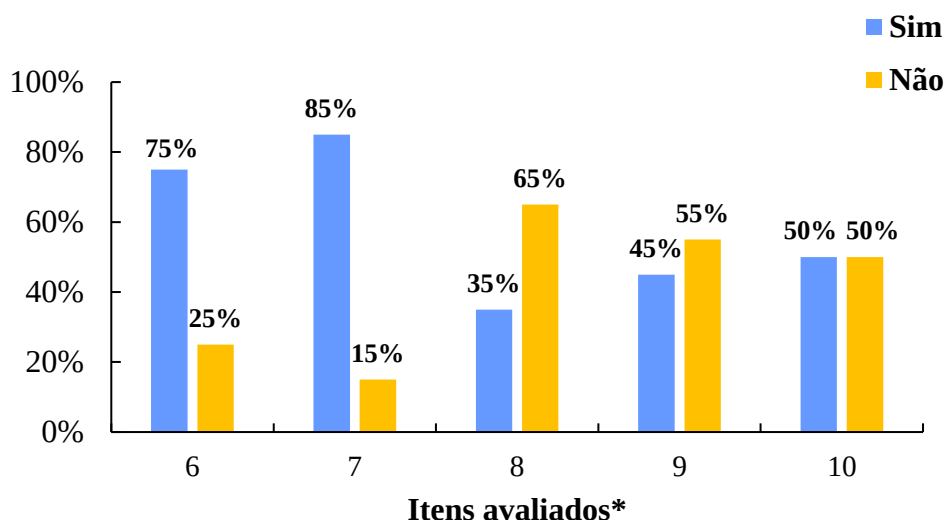
Na Figura 4, observa-se que, dos cinco itens analisados, os itens 6 e 7 apresentaram os resultados mais satisfatórios. No item 6, verificou-se que, dos 20 feirantes avaliados, 75% realizavam a higienização adequada dos alimentos antes de levá-los ao local de venda, enquanto 25% não adotavam essa prática corretamente. A ausência de cuidados higiênicos com os produtos foi ainda mais evidente no estudo conduzido por Santos *et al.* (4), que investigaram as condições de higiene em feiras livres das cidades de Cachoeira e Muritiba, na Bahia. Nesse estudo, nenhuma das 18 bancas avaliadas realizava a higienização dos alimentos antes da exposição para venda, evidenciando a falta de cuidados básicos na remoção das sujidades oriundas do campo.

Nesse contexto, destaca-se que o uso de substâncias sanitizantes é fundamental para garantir a segurança dos alimentos e prevenir a veiculação de doenças. Entre as substâncias recomendadas para a desinfecção de frutas e hortaliças, destacam-se a água sanitária apropriada para vegetais, hipoclorito de sódio, cloro ativo e dicloroisocianurato, entre outros compostos (4). Dessa forma, torna-se evidente a necessidade de maior domínio técnico por parte dos feirantes desta pesquisa, de modo que adotem práticas sanitárias eficazes e estejam em conformidade com os padrões estabelecidos.

A RDC nº 275/2002 estabelece que o produto final deve ser acondicionado em embalagens adequadas e íntegras (7). Sob essa ótica, o Item 7 revelou que 85% dos pontos de venda forneciam embalagens apropriadas para que o consumidor pudesse transportar o alimento até sua residência, enquanto 15% não ofereciam esse recurso. A utilização de embalagens adequadas contribui para a integridade do produto adquirido, aumentando a segurança durante o transporte e influenciando positivamente a percepção do consumidor quanto à qualidade do ponto de venda.

Figura 4 – Percentual de itens em conformidade e não conformidade avaliados quanto às condições de manipulação e armazenamento dos alimentos: (6) correta higienização do alimento antes de ir para as barracas; (7) alimento transportado pelo consumidor em embalagens adequadas; (8) presença de

equipamentos adequados para o armazenamento do alimento; (9) alimento em contato direto com a barraca; (10) higienização adequada das barracas.



Fonte: Autores (2025).

Com relação aos Itens 8 e 9, os resultados foram insatisfatórios. O Item 8, que avaliou a presença de equipamentos adequados para armazenamento dos alimentos, indicou que 65% das barracas não dispunham de estrutura apropriada para tal finalidade. Foram observados casos de exposição de pescados e aves à temperatura ambiente, sem qualquer tipo de proteção, bem como polpas de frutas descongeladas armazenadas fora de isopores. Estudo realizado por Amorim e Rossi (20) sobre boas práticas na comercialização de crustáceos e moluscos em feiras livres da Grande Vitória/ES revelou situação semelhante: apesar de alguns produtos estarem embalados, os pescados eram frequentemente expostos ao intenso fluxo de pessoas, vetores e pragas presentes no ambiente da feira.

Além disso, a ausência ou inadequação dos equipamentos de armazenamento e conservação, aliada ao tempo e à temperatura de exposição dos produtos, cria condições propícias para o desenvolvimento e a proliferação de microrganismos contaminantes (21, 22). No Item 9, verificou-se que 45% das barracas apresentavam alimentos em contato direto com a superfície da barraca, sem qualquer tipo de material protetivo. Essa prática representa um risco sanitário significativo, uma vez que o contato direto favorece a contaminação física, química e/ou biológica dos alimentos. O Guia Alimentar para a População Brasileira destaca a superfície de contato como uma das principais fontes potenciais de contaminação dos alimentos (23).

No que se refere ao Item 10, que abordou a higienização das barracas, os resultados foram equilibrados: dos 20 pontos de venda avaliados, 50% realizavam a limpeza adequada das estruturas, enquanto os demais 50% não a realizavam. As bancas que não apresentavam evidências de higienização estavam geralmente associadas a fatores ambientais adversos, como a presença de vetores e pragas urbanas, lixo nas proximidades, acúmulo de poeira, água estagnada, entre outros.

Esse resultado difere do encontrado por Okojie e Isah (24), em estudo realizado na cidade de Benin, no sul da Nigéria. Os autores relataram que a maioria das 286 barracas

avaliadas apresentava boas condições de higiene, sendo que 90,5% se localizavam em ambientes considerados limpos, apesar de a maior parte dos vendedores não possuir formação em higiene e segurança alimentar.

De forma semelhante, Ribeiro *et al.* (25), ao analisarem as feiras da cidade de Juiz de Fora/MG, classificaram os feirantes entrevistados quanto à higienização das barracas e boxes de venda: 15% foram classificados como “ótimo”, 60% como “bom”, 20% como “regular” e apenas 5% como “ruim”. O estudo ainda destacou a percepção dos consumidores quanto às condições de higiene, ressaltando a crescente exigência dos clientes por alimentos íntegros, comercializados em ambientes limpos e seguros.

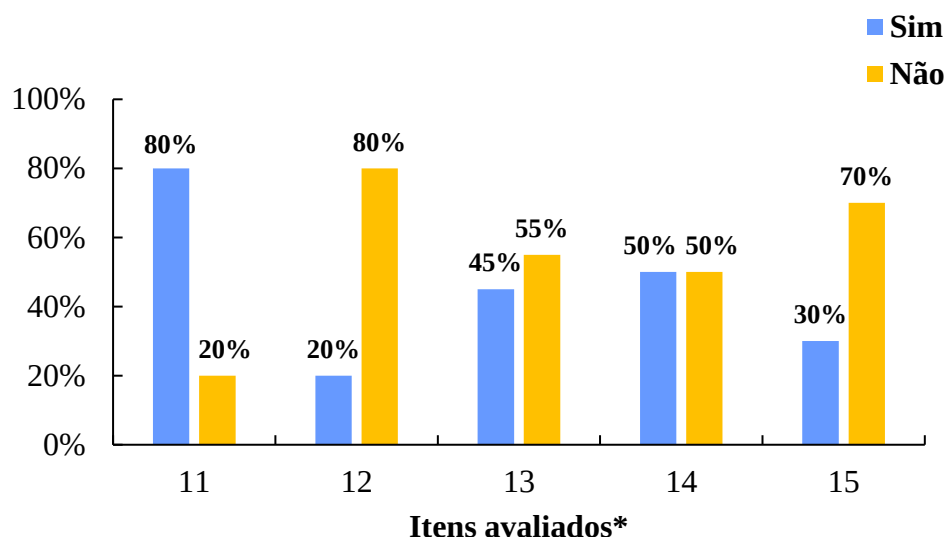
Na Figura 5, observa-se que os itens 11 e 12 destacam a significativa presença de fatores que evidenciam as condições deficitárias das áreas destinadas à manipulação dos alimentos. Verificou-se, nesse sentido, o acúmulo de poeira e resíduos resultantes das atividades realizadas no local, como o descarte inadequado de embalagens e restos alimentares. Além disso, a ausência de recipientes apropriados e de espaços reservados para o descarte de resíduos contribuiu para a desorganização do ambiente, favorecendo a proliferação de agentes microbianos e a ação de vetores.

Em estudo conduzido por Barreiro *et al.* (26), que avaliou as condições higiênico-sanitárias de vendedores ambulantes na orla de Santos-SP, constatou-se que, dos 18 pontos de venda analisados, nenhum possuía lixeiras adequadas, com tampa e acionamento por pedal, conforme preconizado pela RDC nº 216/2004, a fim de evitar o contato manual do manipulador com a superfície (5). Thi *et al.* (27) avaliaram práticas de higiene e segurança de alimentos de vendedores ambulantes em Can Tho, Vietnã, e verificaram que 60,6% dos 132 vendedores de caldo de cana possuíam coletores de lixo em suas instalações. Já entre os vendedores de sanduíche, o percentual de estabelecimentos com coletores de lixo adequados foi de 45,8%.

O Item 11 (Gráfico 5) chamou atenção pela presença de numerosos pontos de água estagnada e de esgotos nas proximidades das bancas. O acúmulo de água, que formava poças junto às estruturas, pode estar associado a falhas no sistema de drenagem e à infraestrutura precária das vias. Monteiro *et al.* (28), ao estudar a qualidade microbiológica de comida de rua em Belo Horizonte-MG, identificaram que 87,5% dos 48 pontos avaliados estavam localizados próximos a bueiros e áreas de intenso fluxo de veículos.

Braga e Peixoto (29), em revisão sobre comida de rua vendida por ambulantes, apontaram que as condições ambientais representaram o segundo maior percentual de inadequações, perdendo apenas para a ausência de pias e banheiros para manipuladores, presente em todos os estudos analisados. Os autores destacam a proximidade dos espaços avaliados a córregos, esgotos, água parada, vegetação e lixo.

Figura 5 – Percentual de itens em conformidade e não conformidade avaliados quanto às condições do ambiente e manejo de resíduos: (11) presença de focos de poeira, acúmulo de lixo nas imediações, água estagnada, dentre outros; (12) existência de área adequada para estocagem dos resíduos, incluindo uso de sacos de lixo apropriados e recipientes tampados com acionamento não manual; (13) presença de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente; (14) presença de material estragado ou tóxico; (15) presença de vetores e pragas urbanas ou qualquer evidência de sua presença, como fezes, ninhos e outros.



Fonte: Autores (2024).

As condições ambientais precárias às quais os alimentos são expostos influenciam significativamente o potencial de contaminação. Dessa forma, a infraestrutura geral da feira é fator determinante para a qualidade dos produtos ofertados, que devem estar isentos de contaminantes oriundos de práticas inadequadas, como o acúmulo de lixo, poeira e a alta movimentação do local, que elevam os riscos à inocuidade de alimentos (17). Monteiro et al. (28) relataram que 91,7% dos 48 pontos avaliados apresentavam objetos em desuso, água estagnada e acúmulo de lixo, totalizando 44 unidades com essas inadequações. Sales et al. (30), ao investigarem açougues em feiras livres de Barreiras-BA antes da implementação das boas práticas, observaram a presença de objetos estranhos ao ambiente, como produtos de higiene pessoal, itens decorativos, bonecas, bicicletas e bolsas.

Em relação ao item 13, verificou-se que 45% das 20 bancas avaliadas continham objetos em desuso ou inadequados ao ambiente, como baldes, carrinhas e capacetes próximos aos alimentos, indicando a presença de elementos incompatíveis com o ambiente de manipulação. Esses objetos contribuíam para o acúmulo de poeira e, no caso das carrinhas, foi detectada ferrugem. Associado a isso, o Item 14, que aborda a presença de materiais estragados ou tóxicos, indicou que 50% das barracas não apresentavam restos alimentares em decomposição nas imediações, enquanto a outra metade continha frutas e hortaliças em processo de senescência, provocando odores desagradáveis e comprometendo a qualidade do ambiente de manipulação e comercialização.

O despejo inadequado de resíduos alimentares, objetos em desuso e sujeiras atrai vetores e pragas urbanas. Conforme a legislação vigente, estabelecimentos alimentícios devem implementar ações preventivas e corretivas para impedir a atração, abrigo e proliferação desses vetores (5). Nesse sentido, o Item 15 revelou que 30% das bancas visitadas apresentavam insetos, fezes ou ninhos em suas proximidades, evidenciando a presença de animais no local.

O percentual obtido foi inferior ao registrado por Bhandari e Bhusal (31) na feira livre da cidade de Pokhara, Nepal, onde 60% dos 70 pontos avaliados apresentavam ratos

e baratas. Monteiro *et al.* (28) identificaram moscas em 58,3% dos locais de comida de rua analisados. A presença de pragas em ambientes de manipulação alimentar representa ameaça à segurança dos alimentos (32). Portanto, reforça-se a necessidade da adoção rigorosa de procedimentos de higiene, conforme normativas vigentes, e de fiscalização contínua para garantir a oferta de produtos nutritivos e seguros em ambientes limpos e adequados.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a maioria dos feirantes da feira livre de Pau dos Ferros-RN atua em desacordo com as normas de Boas Práticas de Manipulação de Alimentos, evidenciando a falta de capacitação. Apesar do baixo índice de desperdício, sobretudo de vegetais, ressalta-se a urgência de ações educativas e fiscalizatórias voltadas à melhoria das condições higiênico-sanitárias. Assim, recomenda-se a promoção de treinamentos contínuos e novas pesquisas que favoreçam a adequação das práticas adotadas, assegurando a oferta de alimentos seguros e a proteção da saúde de consumidores, trabalhadores e frequentadores da feira.

Dessa forma, recomenda-se a realização de novas pesquisas e iniciativas que promovam a divulgação dos resultados, possibilitando a implementação de capacitações e treinamentos junto aos responsáveis pelas barracas (feirantes), com o objetivo de aprimorar as boas práticas de manipulação em feiras livres e adequar as condições higiênico-sanitárias dos locais. Tais ações poderão contribuir para a comercialização de produtos seguros, a redução de doenças transmitidas por alimentos e a proteção da saúde de consumidores, feirantes e frequentadores da feira livre desta cidade.

REFERÊNCIAS

1. Almeida SPNC. Fazendo a feira: estudo das artes de dizer, nutrir e fazer etnomatemático de feirantes e fregueses da Feira Livre do Bairro Major Prates - Montes Claros / Minas Gerais. *Eventos Pedagógicos*. 2017;8(1):337–9.
2. Ibdaiwi TKR, Roubuste LDS, Dorr AC, Braz MM, Simon MF. Entre o campo e a cidade: as feiras livres. In: *A economia do desenvolvimento: do crescimento econômico ao desenvolvimento sustentável*. [S.l.]: Editora Científica Digital; 2023. p.100–16.
3. Golin A, Coden MAS, Rolim RI, Bertagnolli SMM, Margutti KMM, Basso C. Qualidade higiênico-sanitária e o perfil de feirantes e usuários das feiras-livres de Santa Maria - RS. *Disciplinarum Sci Saúde*. 2016;17(3):423–34.
4. Santos EL, Santos FDJRD, Lima, JDNP, Borba, MNDJ, Mereno, JDS, Rodrigues EP, Costa EN. Avaliação das condições higiênico-sanitárias nas feiras livres das cidades de Cachoeira e Muritiba – BA. *Holos*. 2021;1:1–16.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. *Diário Of União*. 2004.
6. Bruno P. Alimentos seguros: a experiência do sistema S. *Bol Tec Senac*. 2010;36(1):73–85.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. *Diário Of União*. 2002.
8. Matos JC, Benvindo LRS, Silva TO, Carvalho LMF. Condições higiênico-sanitárias de feiras livres: uma revisão integrativa. *Rev Gest Saúde*. 2015;6(3):2884–93.
9. Souza GC, Santos CTBD, Andrade AA, Alves L. Comida de rua: avaliação das condições higiênico-sanitárias de manipuladores de alimentos. *Cienc Saúde Colet*. 2015;20(8):2329–38.

10. Paiva MJM, Anjos ESD, Costa RF, Zuniga ADG. Avaliação das condições higiênico-sanitárias da comercialização de pescado em feiras livres de Palmas-TO. *Desafios Rev Interdiscip UFT*. 2018;5(4):117–23.
11. Pereira Filho JL, Gerônimo Neto PDS, Ferreira JMS, Monteiro PDM, Lima AML, Penha MSC, Silva AZ. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de alimentos comercializados no Mercado Central em São Luís-MA. *Res Soc Dev*. 2020;9(7): e639974584.
12. Melo JA, Miranda LPS. Os impactos da feira livre no desenvolvimento de Pau dos Ferros/RN. *Educ Ambient Perspect Interdisciplinar*. 2020;302–9.
13. Peixoto M, Pinto HS. Desperdício de alimentos: questões socioambientais, econômicas e regulatórias. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/Conleg/Senado; 2016. (Boletim Legislativo nº 41, de 2016). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos.
14. Santos MF, Bezerra AS. Evaluation of hygienic conditions and good handling practices in meal producing units. *Res Soc Dev*. 2023;12(4): e8212440904.
15. Viana ECRM, Monhol JFM, Oliveira, IS, Oiveira, IS, Oliveira, JSC, José JFBS. Comercialização de alimentos em feiras livres de Vitória, Espírito Santo: as boas práticas de manipulação são aplicadas? *Ensaio Ciênc Biol Agrar Saúde*. 2024;28(1):132–7.
16. Silva ANA, Silva MNG, Reis LM, Oliveira FCE, Silva AM. Condições higienicossanitárias de feiras livres e capacitação em boas práticas de fabricação: um trabalho contínuo. *Vigil Sanit Debate*. 2023;11:1–10.
17. Andrade IV, Cruz ER. Condições higiênico-sanitárias das feiras livres dos municípios de Barra do Bugres e Tangará da Serra. *Epitaya E-books*. 2022;1(20):132–46.
18. Almeida EIB, Ribeiro WS, Costa LC, Vellozo AO, Oliveira MRT, Barbosa JA. Caracterização da cadeia produtiva de hortaliças do município de Areia-PB. *Agropecu Tec*. 2011;32(1):7–15.
19. Kundu S, Banna MHA, Sayeed A. Effect of vendors' socio-demography and other factors on hygienic practices of street food shops. *J Foodserv Bus Res*. 2021;24(4):445–56.
20. Amorim LA, Rossi GAM. Adoção das Boas Práticas de Manipulação dos crustáceos e moluscos comercializados em feiras livres da região da Grande Vitória, Espírito Santo, Brasil. *Rev Bras Cienc Vet*. 2023;30(3):97–103.
21. Rocha LA, Rodrigues LM, Araújo MC, Soares TC, Gomes SAB, Oliveira ES. Analysis of the temperature control of foods served in a University Food and Nutrition Unit in the city of Picos, state of Piauí, Brazil. *Res Soc Dev*. 2019;8(2): e882563.
22. Oliveira NR, Silva ES, Cardoso JB, Negrão LD, Matco GC, et al. Conhecimento de manipuladores quanto às boas práticas de manipulação de alimentos. *Res Soc Dev*. 2021;10(13): e404101321278.
23. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde; 2008.
24. Okojie PW, Isah EC. Sanitary conditions of food vending sites and food handling practices of street food vendors in Benin City, Nigeria: implication for food hygiene and safety. *J Environ Public Health*. 2014;2014:1–6. doi: 10.1155/2014/701316.
25. Ribeiro NR, Martins BX, Marques NPA, Campos ICS, Figueiredo PC, Binoti ML. Satisfação e perfil socioeconômico e demográfico dos consumidores das feiras livres de Juiz de Fora-MG. *Cad Saúde Colet*. 2022;30(3):431–8.
26. Barreiro LB, Lima ND, Fernandes MTL, Aguiar JM, Gallo JMAS, Lucio CF, et al. Evaluation of the hygienic and sanitary conditions of street vendors on the beach in Santos, Brazil. *Res Soc Dev*. 2022;11(9): e50211932036.

27. Thi ANT, Kittirath P, Abiola SD, Duy LND, Ha NC. Evaluation of street food safety and hygiene practices of food vendors in Can Tho City of Vietnam. *Curr Res Nutr Food Sci J*. 2021;9(1):158–71.

28. Monteiro MAM, Dutra DB, Torres FA, Oliveira RBP, Ribeiro RC, Garcia MAVT. Qualidade microbiológica da comida de rua de Belo Horizonte, Minas Gerais. *Demetra*. 2017;12(3):781–94.

29. Braga CJMB, Peixoto MGB. Comida de rua: compreender para intervir. *Nutrivisa Rev Nutr Vigil Saúde*. 2022;7(1):5–22.

30. Sales CECA, Costa DKF, Paranaguá NS, Lima IA. Implantação e avaliação de programas de qualidade em açougues localizados em feira livre na cidade de Barreiras-BA. *Braz J Dev*. 2023;9(10):28166–92.

31. Bhandari N, Bhusal BR. Food safety, sanitation and hygiene practices among street food vendors in Pokhara, Kaski. *J Gandaki Med Coll Nepal*. 2021;14(2):127–32.

32. Rosales AP, Linnemann AR, Luning PA. Food safety knowledge, self-reported hygiene practices, and street food vendors' perceptions of current hygiene facilities and services - An Ecuadorean case. *Food Control*. 2023;144: 109377.

APÊNDICE 1 - FICHA DE AVALIAÇÃO

1. Gênero

a) Masculino b) Feminino

2. Escolaridade

a) Ensino fundamental incompleto b) Ensino fundamental completo c) Ensino médio incompleto d) Ensino médio completo e) Superior incompleto f) Superior completo g) Analfabeto

3. Idade

a) 18 a 25 b) 25 a 35 c) 35 a 45 d) 45 a 60 e) Acima de 60

4. Estado civil

a) Com companheiro(a) b) Sem companheiro(a)

5. Renda

a) Menor que 1 salário mínimo b) Entre 1 a 2 salários mínimos c) Maior que 2 salários mínimos

6. Quais os produtos vendidos?

7. Quais os produtos que apresentam maior desperdício?

8. Por que ocorre esse desperdício?

9. Já ouviu falar das boas práticas de manipulação dos alimentos?

a) Sim b) Não

10. Teria interesse de participar de alguma palestra ou capacitação?

a) Sim b) Não

Checklist de avaliação do feirante e local de venda:

AVALIAÇÃO	S	N	NA
Roupas limpas e adequadas.			
Mãos higienizadas corretamente.			
Ausência de lesões ou sintomas de enfermidade no manipulador.			
Manipuladores não espirram sobre os alimentos, não cospem, não tosem, não fumam, não manipulam dinheiro ou não praticam outros atos que venham a contaminar o alimento.			
Asseio pessoal: boa apresentação, asseio corporal, unhas curtas, sem esmalte, sem adornos (anéis, pulseiras, brincos, etc.); manipuladores barbeados, com os cabelos protegidos.			
Higienização adequada das barracas.			
Correta higienização do alimento antes de ir para as barracas.			
Alimento em contato direto com a barraca.			
Presença de focos de poeira, acúmulo de lixo nas imediações, água estagnada, dentre outros.			
Presença de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente.			
Presença de material estragado ou tóxico.			
Existência de área adequada para estocagem dos resíduos: uso de sacos de lixo apropriados e recipientes tampados com acionamento não manual.			
O alimento é levado pelo consumidor em embalagens adequadas.			
Presença de vetores e pragas urbanas ou qualquer evidência de sua presença como fezes, ninhos e outros.			
Presença de equipamentos adequados para o armazenamento do alimento.			

S = SIM (CONFORME); **N** = NÃO CONFORME; **NA** = NÃO SE APLICA.

CONSIDERAÇÕES/OBSERVAÇÕES

RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO
Local e data:
Nome e assinatura:

Capítulo 16
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-16
QUALIDADE E SEGURANÇA DOS ALIMENTOS NO VAREJO:
ESTUDO DE CASO EM MERCADOS DE ITAMBÉ-BA

Miriam Santos Pachêco de Lima *; **Jéssica Santos de Oliveira **; **Mauren Miyaji **

**Miriam Santos Pachêco de Lima – Email: miriampachecosl.eng@gmail.com*

Resumo: Com a consolidação dos supermercados como principal meio de abastecimento urbano, a percepção de qualidade alimentar passou a incluir, além da aparência e do frescor, aspectos como higiene, armazenamento, manipulação e atendimento. Nesse cenário, a qualidade está diretamente vinculada à segurança alimentar, compreendida como a ausência de riscos e a adoção de práticas que preservem a integridade dos alimentos em toda a cadeia de consumo. Este estudo teve como objetivo avaliar a percepção dos consumidores quanto à qualidade dos produtos e serviços oferecidos por mercados no município de Itambé-BA, com ênfase na segurança dos alimentos. A pesquisa foi realizada por meio de um questionário estruturado no *Google Forms*, aplicado a uma amostra não probabilística de 109 participantes, com divulgação pelas redes sociais. Os respondentes forneceram consentimento prévio e responderam a questões sobre seu perfil sociodemográfico e percepção sobre qualidade e segurança nos mercados locais. Os dados foram analisados descritivamente e convertidos em percentuais no software de planilhas no Microsoft Excel versão da Microsoft Office Professional Plus 2016. Os resultados indicaram uma percepção majoritariamente positiva dos consumidores em relação à qualidade dos mercados. No entanto, setores como açougue, hortifrutigranjeiros, frios e congelados receberam avaliações negativas em aspectos como higiene e manipulação dos alimentos, sendo o açougue o mais criticado. Além disso, a higiene dos funcionários, a limpeza das instalações e a confiança nos produtos apresentaram índices de satisfação parcial. Esses resultados reforçam a necessidade de investimentos em capacitação, boas práticas de manipulação e rotinas sanitárias que assegurem maior qualidade e segurança alimentar.

Palavras-chave: Qualidade dos alimentos; Percepção do consumidor; Segurança dos alimentos; Boas Práticas de Manipulação.

INTRODUÇÃO

A crescente competitividade entre empresas tem impulsionado transformações importantes no mercado de consumo, exigindo inovação contínua, aperfeiçoamento dos serviços e maior atenção às expectativas de um público cada vez mais informado e exigente (1, 2). No setor supermercadista, essa realidade é ainda mais evidente, uma vez que o cliente busca, além de preço acessível e variedade de produtos, ambientes organizados, atendimento eficiente e, sobretudo, confiança na qualidade e segurança dos alimentos que consome (3, 4).

Com a consolidação dos supermercados como principal canal de abastecimento alimentar nos municípios, a percepção do consumidor em relação à qualidade deixou de se restringir à aparência ou ao frescor dos produtos. A higiene das instalações, a apresentação dos funcionários, as condições de armazenamento e a manipulação correta dos alimentos tornaram-se variáveis decisivas na avaliação do serviço prestado e,

consequentemente, na fidelização dos clientes. Assim, a noção de qualidade, no contexto da alimentação, está intimamente vinculada à segurança dos alimentos, sendo esta compreendida não apenas como ausência de risco microbiológico, físico ou químico, mas também, como resultado de um conjunto de práticas que garantem a integridade dos alimentos ao longo de toda a cadeia de consumo (5, 6).

A satisfação do consumidor, nesse cenário, funciona como um importante indicador de qualidade percebida e de eficiência na gestão sanitária dos estabelecimentos varejistas. Avaliar o grau de satisfação permite identificar falhas nos processos, ajustar condutas e, sobretudo, prevenir riscos à saúde pública, especialmente em setores de alta vulnerabilidade como: açougues, hortifrutigranjeiros, frios e congelados (7, 8). Para Silva (9), a busca contínua por melhorias nos padrões de qualidade e na segurança dos alimentos é uma estratégia não apenas competitiva, mas essencial à sobrevivência das empresas.

Diante disso, o presente capítulo tem como objetivo avaliar a percepção dos consumidores quanto à qualidade dos produtos e serviços oferecidos por mercados no município de Itambé-BA, com ênfase nos aspectos que se relacionam diretamente com a segurança dos alimentos. A partir da aplicação de um questionário estruturado, procurou-se identificar as fragilidades e as potencialidades percebidas, que subsidiaram reflexões e propostas de melhorias para o setor supermercadista local com foco na proteção da saúde do consumidor.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Itambé, entre os meses de julho a dezembro do ano de 2021, localizado na microrregião de Itapetinga, no estado da Bahia, Brasil. Com uma população estimada em 24.394 habitantes (10), Itambé está situada a 346 metros de altitude, abrangendo uma área de 1.534,575 km² (IBGE, 2022). Foi elaborado um questionário estruturado na plataforma *Google Forms*, com o objetivo de levantar dados sobre a percepção dos consumidores quanto à qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelos mercados locais. A amostragem foi não probabilística, contando com a participação de 109 respondentes.

Para alcançar um maior número de participantes, o questionário foi divulgado pelas redes sociais WhatsApp, Instagram e Facebook. Logo na primeira seção, os participantes tiveram acesso ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), prosseguindo apenas após manifestarem consentimento livre, voluntário e confidencial. A segunda seção do questionário contemplou questões voltadas à caracterização do perfil sociodemográfico dos entrevistados, incluindo idade, gênero, número de pessoas na residência, escolaridade, bairro de moradia e frequência de compras em mercados. Na terceira seção foi avaliado o grau de importância de determinados itens de qualidade para os atributos cortesia e eficiência dos funcionários, higiene do mercado, produtos e funcionários, variedade de produtos, conforto do ambiente, preços, caixa para compras pequenas, tempo de espera no caixa, segurança, localização, entrega das compras e serviços adicionais. Os entrevistados foram também questionados quanto aos principais motivos que os levam aos supermercados e avaliaram as seções de padaria, açougue, mercearia, hortifruti, frios, laticínios e produtos refrigerados e congelados em uma escala que variava de “Excelente”, a “Bom”, “Regular”, “Ruim” ou “Péssimo”. A escolha desses itens decorreu da observação prévia da realidade estudada e foi definida pelos autores com base nos objetivos da pesquisa, considerando aspectos que se mostraram relevantes para avaliar a percepção dos consumidores em relação à qualidade e aos serviços prestados nos supermercados analisados.

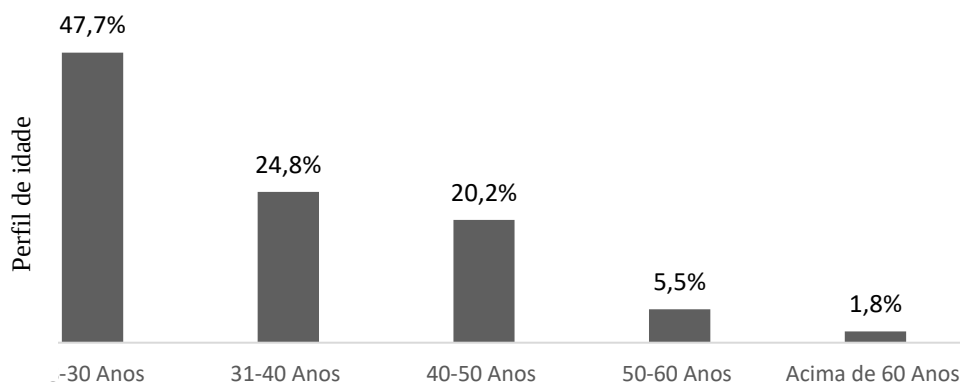
Na quarta seção, avaliou-se o grau de concordância dos respondentes em relação a atributos de qualidade e segurança dos mercados que frequentam, tais como: condições das instalações, ambiente físico e confiança nos produtos comercializados.

Os dados foram exportados para o software de planilhas Microsoft Excel versão da Microsoft Office Professional Plus 2016, onde passaram por tratamento quantitativo e foram convertidos em valores percentuais, permitindo a elaboração dos gráficos de histogramas. A análise dos resultados baseou-se em abordagem descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa contou com a participação de 109 respondentes, sendo todas as respostas foram consideradas válidas. Serão apresentados os resultados da segunda e quarta seções. Em relação ao perfil sociodemográfico dos participantes, a Figura 1 mostra o resultado para a faixa etária dos respondentes, revelando uma concentração significativa (47,7%) com idade entre 18 e 30 anos. Essa predominância aponta para um perfil majoritário de consumidores economicamente ativos que frequentam supermercados. De acordo com Miranda (11), pessoas com faixa etária a partir de 25 anos demonstram maior consciência de consumo e critérios mais definidos ao avaliar o setor supermercadista. Farias (1) complementa que o conhecimento do perfil do cliente possibilita às empresas compreenderem melhor suas necessidades e desenvolver estratégias de marketing de relacionamento e fidelização mais eficazes.

Figura 1 – Faixa etária dos participantes entrevistados da pesquisa realizada em supermercados de Itambé-Ba.

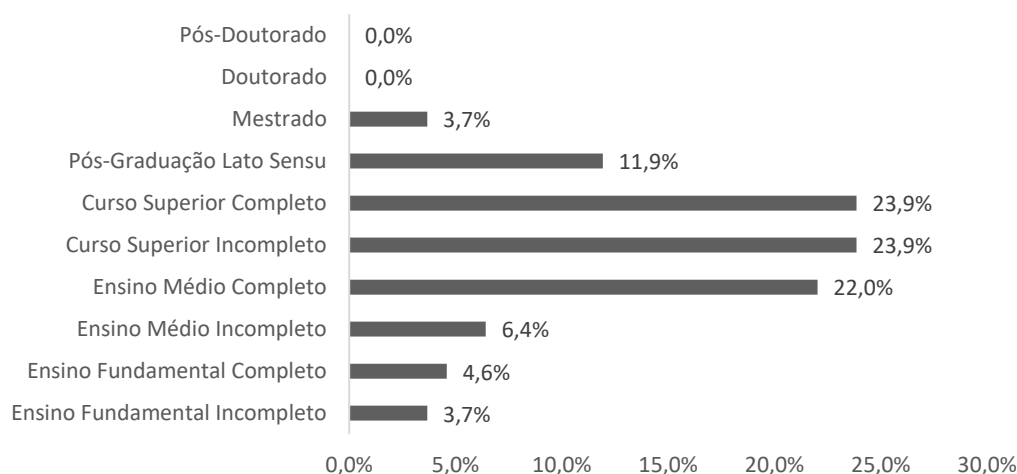


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No tocante ao gênero dos participantes, observou-se uma predominância do público feminino (71,6%), o que pode ser atribuído tanto à maior disposição das mulheres em participar da pesquisa (1), quanto ao papel socialmente atribuído à mulher como principal responsável pelas compras domésticas, conforme apontado por Miranda (11).

Em relação à escolaridade (Figura 2), verificou-se que a maioria dos participantes possui nível superior, completo ou incompleto. Esse dado sugere um público com maior acesso à informação e potencialmente mais crítico em relação às práticas de consumo e ao ambiente supermercadista.

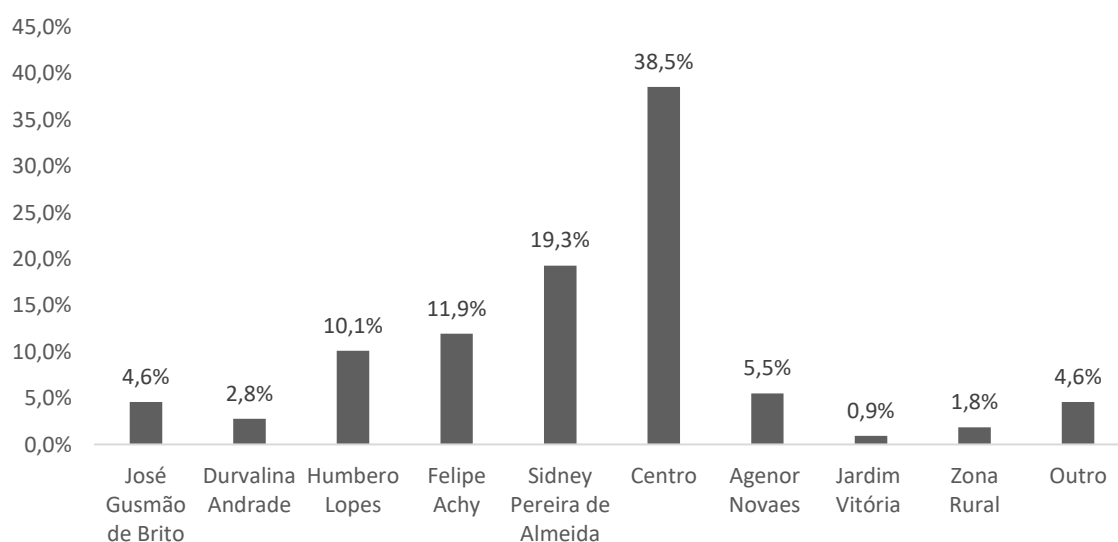
Figura 2 – Grau de escolaridade dos participantes da pesquisa realizada em supermercados de Itambé-Ba.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A distribuição geográfica dos participantes também foi analisada. A maioria dos respondentes reside na região central da cidade (38,5%), conforme demonstrado na Figura 3, o que pode indicar maior acessibilidade e proximidade com os estabelecimentos comerciais.

Figura 3 – Bairro de residência dos participantes entrevistados em Itambé-Ba.

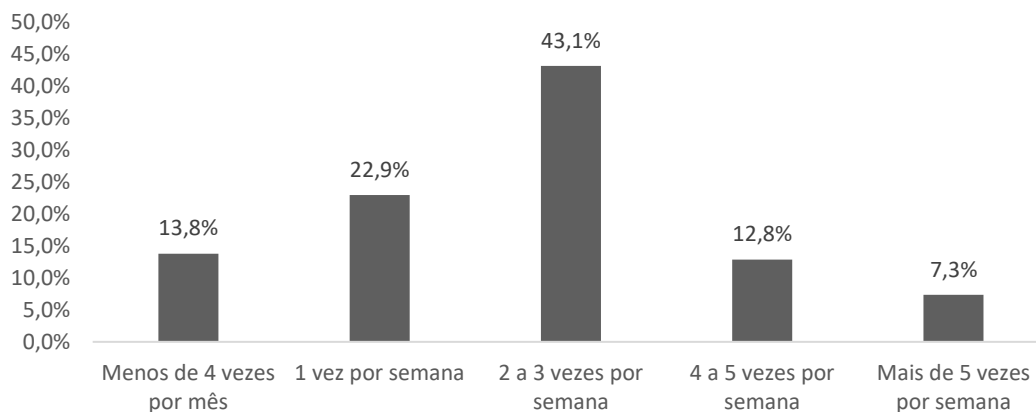


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quanto à frequência de ida aos supermercados (Figura 4), os dados indicam que 43,1% dos entrevistados realizam compras entre duas e três vezes por semana. Outros 22,9% frequentam o mercado uma vez por semana; 13,8% menos de quatro vezes por mês; 12,8% de quatro a cinco vezes por semana; e 7,5% mais de cinco vezes por semana. Esse padrão de frequência está diretamente relacionado à organização financeira das

famílias, à necessidade de reposição de alimentos e à proximidade das residências com os estabelecimentos comerciais (1).

Figura 4 – Frequência de ida dos participantes ao mercado de Itambé-Ba.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Já na avaliação da percepção dos consumidores sobre a qualidade de diferentes seções do supermercado (Tabela 1), observa-se que de modo geral, a avaliação “bom” predominou em todos os setores, com índices variando entre 38,5% (congelados) e 60,6% (mercearia). No entanto, a análise qualitativa aponta nuances relevantes à luz da segurança dos alimentos.

Tabela 1 - Avaliação da qualidade de diferentes seções sob a perspectiva do consumidor.

Seção	Avaliação				
	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Padaria	21,1%	45,9%	27,9%	4,6%	0,9%
Açougue	13,8%	44,0%	34,9%	4,6%	2,8%
Mercearia	18,3%	60,6%	19,3%	1,8%	0,0%
Hortifruti	25,7%	45,0%	22,9%	4,6%	1,8%
Frios, laticínios e produtos refrigerados	22,9%	43,1%	28,4%	3,7%	1,8%
Congelados	24,8%	38,5%	30,3%	2,8%	3,7%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A mercearia obteve a melhor avaliação, com mais de 78% dos participantes classificando-a como boa ou excelente, o que pode estar associado à natureza predominantemente não perecível dos produtos, cujas exigências sanitárias e de conservação são menos rigorosas.

Já o açougue apresentou o maior índice de avaliações negativas (7,4% classificaram como ruim ou péssimo), o que merece atenção, considerando os riscos associados à manipulação de carnes *in natura*. A baixa avaliação pode refletir problemas relacionados à higiene, à conservação inadequada, à manipulação sem boas práticas ou à aparência dos produtos, fatores diretamente ligados à segurança alimentar.

A seção de hortifrutigranjeiros, apesar de apresentar um índice expressivo de avaliação excelente (25,7%), ainda possui 6,4% de avaliações negativas. Como produtos frescos e de alto perecimento, frutas e hortaliças requerem cuidados rigorosos quanto

ao armazenamento, exposição e higienização, a fim de prevenir a contaminação microbiológica.

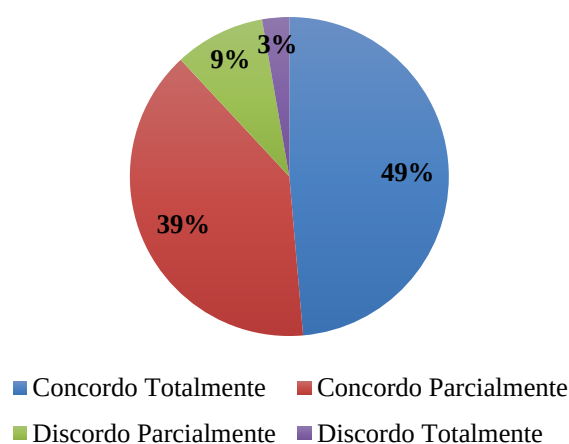
No que se refere às seções refrigeradas e congeladas, os índices de avaliação foram satisfatórios, embora 5,5% e 6,5% dos entrevistados, respectivamente, tenham classificado essas áreas como ruins ou péssimas. Dada à sensibilidade dos alimentos armazenados em temperatura controlada, essas percepções podem estar relacionadas à falta de controle térmico visível, à aparência dos produtos ou à organização do ambiente.

Essas percepções do consumidor podem evidenciar que, para além da qualidade visual e organizacional dos setores avaliados, há uma preocupação implícita com aspectos diretamente relacionados à segurança dos alimentos. Nesse contexto, os resultados reforçam a importância da aplicação efetiva das Boas Práticas de Manipulação (BPM), conforme preconiza a RDC nº 216/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que estabelece os procedimentos higiênico-sanitários essenciais para garantir alimentos seguros e preservar a saúde dos consumidores.

Os resultados referentes ao grau de concordância em relação à qualidade e à segurança das instalações, ao ambiente, aos funcionários, à confiança e busca pelos mercados por adaptações das necessidades dos clientes são apresentados nas Figuras 5 a 9, cujos títulos representam as questões afirmativas contidas na pesquisa.

Em relação à limpeza e higiene das instalações, observa-se que a grande maioria dos respondentes concorda totalmente com a afirmativa, representando 49% das respostas. Contudo, chama a atenção o significativo percentual daqueles que concordam parcialmente, cerca de 39%, além dos 9% que discordam parcialmente e dos 3% que discordam totalmente, conforme Figura 5. A higiene das instalações em estabelecimentos como mercados, feiras e padarias é essencial, dado o elevado fluxo de pessoas e o contato direto com alimentos e superfícies. Essa dinâmica exige protocolos rigorosos e frequentes de limpeza. Conforme Passeto (13), além dos aspectos sanitários, a boa relação com o cliente depende da qualidade dos serviços prestados, entre os quais a limpeza do ambiente assume papel fundamental.

Figura 5 – Percepção dos participantes sobre a limpeza e higiene das instalações dos supermercados de Itambé-Ba.

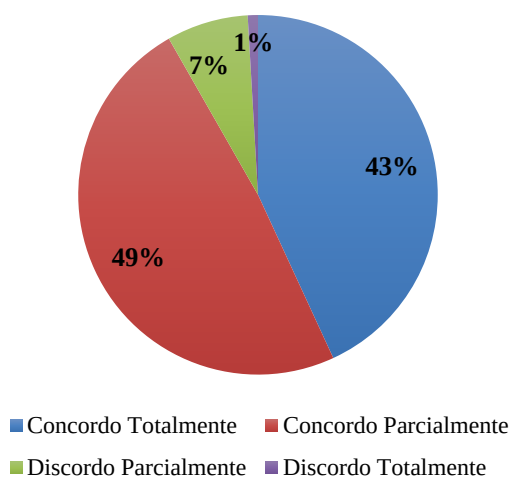


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Mercados, feiras e padarias são ambientes onde pode ocorrer grande circulação de pessoas que entram em contato com alimentos e superfícies, o que demanda uma maior frequência de higienização. Além disso, conforme Passeto (13), a boa relação com o cliente constitui-se como um elemento fundamental para o sucesso das empresas, dependendo estas ainda, da sua capacidade de prestar serviços de qualidade em que a limpeza do local é um elemento de extrema relevância.

Com relação ao ambiente dos mercados (Figura 6), 49% dos participantes concordam parcialmente que o mesmo é agradável, enquanto 43% concordam totalmente. Apenas 8% manifestaram algum grau de discordância. Elementos como conforto térmico, iluminação adequada, organização do espaço físico e decoração são fatores que influenciam diretamente na percepção do consumidor. Como destaca Kotler (14), a satisfação do cliente está intimamente ligada à sua experiência no ponto de venda, e a frustração dessa expectativa tende a gerar insatisfação.

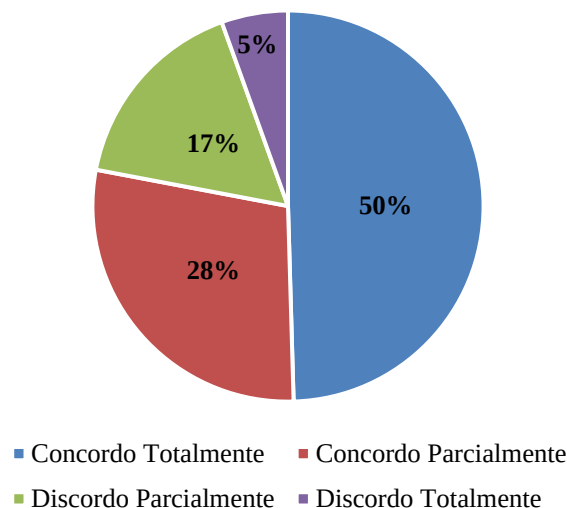
Figura 6 – Percepção dos participantes quanto ao conforto e agradabilidade do ambiente dos supermercados em Itambé-Ba.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No que diz respeito à aparência e higiene dos funcionários (figura 7), 50% dos respondentes concordam totalmente que os profissionais apresentam boa aparência e utilizam uniformes adequados, enquanto 28% concordam parcialmente. No entanto, 22% expressaram discordância, total ou parcial, configurando o maior índice de discordância entre os quesitos avaliados até este ponto. Carelle e Cândido (15) ressaltam que os manipuladores de alimentos desempenham papel decisivo na garantia da qualidade dos produtos. Em ambientes como supermercados, a apresentação pessoal dos funcionários pode influenciar diretamente na percepção de higiene, na confiança e, inclusive, nas decisões de compra dos consumidores.

Figura 7 – Avaliação dos participantes sobre a uniformização, aparência de limpeza e higiene dos funcionários em supermercados de Itambé-Ba.

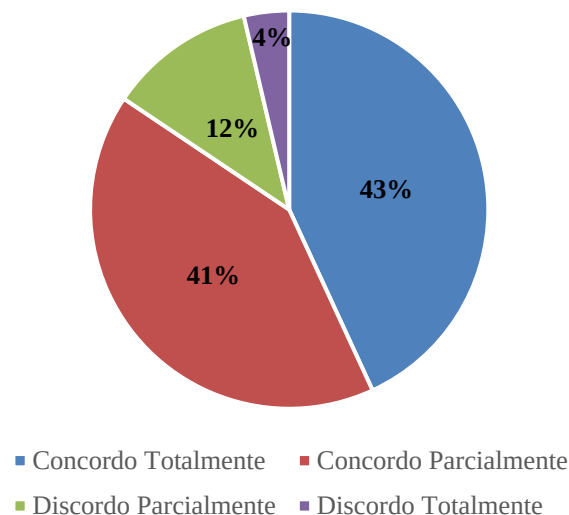


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Carelle e Cândido (15) reforçam que uma vez responsáveis pela manipulação ou manuseio do alimento durante todo o processo desde o recebimento da matéria-prima até a distribuição para o consumidor, os manipuladores de alimentos são uma peça fundamental na manutenção da qualidade dos produtos. E, em se tratando de mercados ou supermercados, que são locais de circulação de muitos produtos alimentícios, a boa aparência dos funcionários é ainda mais importante pois pode influenciar efetivamente nas compras, assim como, impactar nos lucros do estabelecimento. A atuação desses profissionais abrange etapas primordiais de sanidade, desde o recebimento da matéria-prima até a entrega final ao consumidor, o que reforça a necessidade de sua qualificação contínua e da adoção rigorosa das Boas Práticas de Manipulação (BPM). No contexto dos supermercados, a aparência e conduta dos funcionários também ganham relevância estratégica, pois influenciam não apenas na confiança do consumidor, mas também na decisão de compra e, consequentemente, na rentabilidade dos estabelecimentos.

A percepção de segurança dos alimentos comercializados foi avaliada com base na confiança dos consumidores (figura 8). Do total de entrevistados, 43% concordam totalmente com a afirmativa, enquanto 41% concordam parcialmente. Por outro lado, 16% manifestaram algum grau de discordância. Esses dados revelam que, embora haja uma percepção majoritariamente positiva, ainda existe uma parcela considerável que não se sente plenamente segura em relação à higiene e à ausência de riscos à saúde nos produtos adquiridos, o que pode comprometer a fidelização do cliente e a reputação do estabelecimento. Em mercados alimentares, nos quais a percepção de risco é particularmente sensível, qualquer fragilidade ou má conduta percebida pelo consumidor pode gerar impactos sobre a competitividade e a sustentabilidade do negócio. Isto reforça a importância da adoção e fiscalização de práticas rigorosas de segurança alimentar.

Figura 8 – Grau de confiança dos participantes na segurança e higienização dos produtos adquiridos em supermercados de Itambé-Ba.

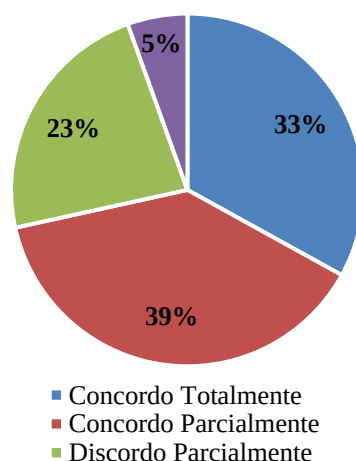


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quando se questiona a respeito da segurança, da limpeza, da higiene e da ausência de risco para a saúde, o principal objetivo nesse caso é saber se o participante considera que o mercado que frequenta está atento à segurança dos alimentos. Apesar dos resultados indicarem que a maioria dos participantes acredita que os mercados que frequentam se preocupam com essa questão, um percentual significativo de não concordância de 16% também foi verificado.

Por fim, a última questão investigou o grau de percepção dos consumidores sobre a capacidade dos mercados em adaptar-se às suas necessidades e oferecer produtos e serviços de qualidade (figura 9).

Figura 9 – Percepção dos participantes sobre a adaptação dos supermercados às necessidades dos clientes e preocupação com a saúde em Itambé-Ba.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Apenas 33% dos entrevistados concordam totalmente com essa afirmativa, enquanto 39% concordam parcialmente. Um total de 28% manifestou discordância (23% parcial e 5% total), o que revela certa insatisfação latente. Em um mercado cada vez

mais competitivo, adaptar-se às demandas dos consumidores é crucial para o sucesso e a lucratividade dos estabelecimentos. Como apontam Santos (16) e Farias (1), a satisfação do cliente é um importante indicativo de qualidade. O nível de discordância identificado também corrobora a análise de Botelho (3), que observa que o setor varejista tende a avançar lentamente na responsabilização e melhoria contínua, apontando a necessidade de estratégias mais eficazes de fidelização e valorização do cliente.

Dessa forma, a análise dos resultados evidencia a importância de integrar ações de capacitação de pessoal, como cursos, treinamentos rotineiros, aprimoramento das rotinas sanitárias e fortalecimento da comunicação entre estabelecimento e funcionários como pilares para o aumento da percepção de segurança e de qualidade. Além disso, indica que o segmento não pode depender exclusivamente das Boas Práticas de Manipulação para atender plenamente às expectativas dos consumidores, cada vez mais exigentes com o bem-estar, saúde e transparência dos produtos para o consumo.

CONCLUSÕES

A pesquisa indica uma percepção majoritariamente positiva dos consumidores em relação à qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelos mercados de Itambé-BA. No entanto, setores como açougue, hortifrutigranjeiros, frios e congelados apresentaram percentuais relevantes de avaliações negativas, evidenciando fragilidades relacionadas às condições de higiene, armazenamento e manipulação de alimentos, aspectos diretamente associados à segurança dos alimentos. A seção do açougue, em especial, obteve os piores índices, o que reforça a necessidade de intervenções específicas voltadas à adoção rigorosa das Boas Práticas de Manipulação (BPM).

Os dados referentes à aparência e higiene dos funcionários, à limpeza das instalações e à confiança nos produtos revelam uma satisfação parcial por parte dos consumidores, sinalizando pontos críticos a serem aprimorados. Considerando que esses elementos influenciam diretamente na percepção de segurança e de qualidade dos alimentos, torna-se fundamental que os estabelecimentos invistam em capacitação das equipes, melhoria das rotinas sanitárias e fortalecimento da comunicação com o cliente. A presente investigação contribui para o diagnóstico das condições percebidas pelo consumidor e pode subsidiar estratégias de melhoria contínua, promovendo ambientes mais seguros e adequados à oferta de alimentos inócuos e de qualidade.

REFERÊNCIAS

1. Farias, A., Pereira, S. C. A satisfação dos clientes de um supermercado: um estudo de caso de um supermercado no município de Nova Hartz/RS. *Revista de Administração de Empresas Eletrônica*. 2019;10:47–66.
2. Trierweiler, A. C., Pacheco, J. A., Weise, A. D., Bornia, A. C., Peixe, B. C. S. Satisfação de clientes utilizando a perspectiva descritiva e o modelo logístico. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*. 2017;9(17):190–206.
3. Botelho, R. M. Langhi, C., Peterossi, H. G., Menino, S. E. A percepção da qualidade por consumidores em uma rede de supermercados na cidade de São Paulo. In: *Workshop de pós-graduação e pesquisa do Centro Paula Souza*, 8, 2013, São Paulo. 2013;8:220–229.

4. Oliveira, O. J. Gestão da Qualidade. Tópicos avançados. São Paulo: Cengage Learning; 2023.
5. Gomes, N. T., Silva, L. A., Chaves, C. R., Hora, H. R. M. Segurança alimentar em supermercados: um estudo de caso em uma rede no município de Campos dos Goytacazes. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*. 2014;5:2777–01.
6. Nogueira, M. O., Damasceno, M. L. V. Importância do Sistema de gestão da qualidade para indústria de alimentos. *Caderno de Ciências Agrárias*. 2016;8(3):84–93.
7. Maciel, G. N., Oliveira, J. A., Valadares, G. C., Leme, P. H. M. V, Rezende, D. C. Self-checkout no varejo: implicações na satisfação dos consumidores. *REUNA*. 2019;24(1):41–57.
8. Bertolino, T. M. Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia. Porto Alegre: Artmed; 2010.
9. Silva, L. N. Decisão de compra do consumidor: um estudo sobre os fatores de maior influência. XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III INOVARSE - Inovação & Responsabilidade Social. ISSN 1984-9354. Rio de Janeiro; 2016.
10. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e estados: Itambé (2022) [Internet]. 2022 [acesso em 7 set 2024]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/itambe.html>
11. Miranda, C. L. Satisfação do cliente em supermercados: a avaliação da qualidade dos serviços [dissertação]. Florianópolis: Faculdade de Engenharia da UFSC; 2010.
12. Kotler, P. Princípios de Marketing. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall; 2007.
13. Pasetto, T. P. D. Análise do grau de satisfação no atendimento dos clientes do supermercado Colombo do bairro Metropol, município de Criciúma – SC, em setembro de 2010 [Trabalho de Conclusão de Curso]. Criciúma: Administração com Linha Específica em Comércio Exterior da UNESC; 2010.
14. Kotler, P., Keller, K. L. Administração de Marketing. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil; 2012.
15. Carelle, A. C., Cândido, C. C. Manipulação e Higiene dos Alimentos. 2. ed. São Paulo: Saraiva; 2014.
16. Santos, J. W., Silva, R. D. L., Santos, I. N., Gomes, K. T. S. Avaliação da qualidade dos serviços prestados em um supermercado sob à ótica do cliente: uma abordagem exploratória. *Anais do VII Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe*. 2015;7:804.

Capítulo 17
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-17
PERFIL DOS CONSUMIDORES E A PERCEPÇÃO SOBRE
NOVOS PRODUTOS A BASE DE INSETOS COMESTÍVEIS

Roberta Nicurgo Fernandes Pinheiro do Rêgo *; Samara Aline Nunes de Freitas ; Elisabete Piancó de Sousa Pinheiro ; Raimunda Valdenice da Silva Freitas ; Thamirys Lorrane Santos Lima ; Taciano Pessoa ; Matheus Rovere de Moraes 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
lorranrealimentos24@gmail.com

Resumo: De acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), nos próximos anos, a fome será uma das maiores dificuldades que o mundo enfrentará. Diante disso, tem-se buscado por alternativas sustentáveis de alimentos que supram essa demanda, sendo uma delas o uso de insetos comestíveis. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho, avaliar o perfil de possíveis consumidores de insetos e a percepção deles acerca da entomofagia. Na coleta de dados, realizou-se um questionário (Google Formulário) com 16 perguntas objetivas e 4 subjetivas, possibilitando um estudo qualiquantitativo, com a participação de 110 indivíduos do IFRN *Campus* Pau dos Ferros. Para analisar os dados, utilizou-se a estatística descritiva (frequências e porcentagens) através da ferramenta Microsoft Excel 2019. Os resultados da pesquisa apontaram um representativo número de mulheres (56,4%), pertencentes, em sua maioria, a discentes (93,6%) do curso de alimentos (52,7%); eram pessoas entre 14 a 18 anos (53,6%) com renda até um salário mínimo (51,8%). Percebeu-se que os participantes tinham preferência pelos alimentos em que os insetos não estão visíveis, como barras de proteínas (51,8%) e que existe uma baixa aceitação dos produtos à base de insetos, a repulsa do consumo, pode ser influenciado pela renda mensal, uma vez que estes têm a oportunidade de conhecer diferentes culturas, tendem a ter uma melhor aceitação. Portanto, este estudo apresenta uma relevância para profissionais da área de alimentos que buscam a implementação do consumo de inseto na alimentação, além de ser importante alternativa de sustentabilidade e aplicação na esfera industrial.

Palavras-chave: *Gryllus assimilis*; *Tenebrio molitor*; sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

De acordo com uma nota publicada pela FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - nos próximos anos, a fome será uma das maiores dificuldades que o mundo enfrentará, uma vez que este problema foi agravado, sendo essa, uma das consequências da Covid-19. Visando esse cenário, ultimamente, tem-se aumentado a busca por alternativas sustentáveis de alimentos que supram essa demanda, com menor impacto ambiental. Dentre as alternativas de alimentos que possam reduzir problemas ambientais, têm-se o uso de insetos comestíveis, o que permitirá garantir a segurança alimentar para as gerações futuras (1). No entanto, cabe salientar que trata-se de um hábito alimentar recente no Brasil, com exceção de regiões com populações indígenas e em outras que consomem de forma esporádica, embora não possua muita

aceitação por parte da população no geral, devido a carência de informações sobre o seu consumo, além de serem vistos como anti-higiênicos (2).

Diante dessas percepções, as legislações referentes ao consumo de insetos são essenciais para garantir a segurança alimentar. Assim, a FAO e a legislação recente possibilitaram a inserção de insetos na alimentação em diversos lugares, bem como no caso da União Europeia, onde foi autorizado o consumo de larvas de farinhas amarelas secas (*Tenebrio molitor*) para humanos e entre outras formas de aplicações desses produtos. Diferentemente de tal cenário, no Brasil, de acordo com a legislação, mais especificamente com a RDC nº 14/2014, é tolerado matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos, os quais dizem respeito a insetos. Entretanto, de acordo com resolução nº 44 e a RDC nº 239/2018, publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é permitido o uso em quantidade limitada de corantes que advêm de insetos em produtos cárneos e lácteos, suplementos alimentares e sorvetes. Assim, pela inexistência de uma legislação brasileira que permita o consumo de insetos, o processo de inserção deles na alimentação humana torna-se dificultoso (3,4).

Insetos são artrópodes invertebrados revestidos por exoesqueleto quitinoso. O seu corpo encontra-se dividido em três regiões distintas, sendo elas: cabeça, tórax e abdômen. Trata-se de seres pertencentes ao reino *Animalia*, filo *Arthropoda*, subfilo *Hexapoda* e a classe *Insecta* (5). Existem mais de 800 mil espécies de insetos já identificados, sendo que se estima que esse número seja apenas uma fração das espécies que ainda estão por serem catalogadas. Dos insetos conhecidos, mais de 1.900 espécies de insetos comestíveis foram catalogadas em todo o mundo e possuem potencial para ampliação de seu uso na alimentação humana e/ou animal (6).

O uso de insetos na alimentação humana trata-se de uma alternativa de fonte de proteína viável devido ao alto valor nutricional presente nos insetos, podendo ser maior do que a quantidade que contém nas fontes proteicas comumente consumidas (7).

A inserção de insetos na alimentação pode reduzir impactos ambientais, tendo em vista que há a Geração de Menos Gases do Efeito Estufa (GEE) e para a criação de insetos, não é necessária a exploração de grandes áreas, não precisando necessariamente que sejam limpas ou sofram tempos de repouso - o que indica que os insetos se adaptam facilmente a ambientes diversos; dieta alimentar diversificada podendo variar entre subprodutos e resíduos orgânicos pelo fato de algumas espécies de insetos serem onívoras e decompositoras; ainda, a conversão alimentar de insetos em proteínas e em outros macronutrientes é mais rápida e eficaz (8).

Diante do exposto, são crescentes os estudos voltados para uso de insetos na alimentação, a exemplo de Sousa et. al. (9) analisaram a composição centesimal e avaliaram o uso de insetos *Tenebrio molitor*, *Nauphoeta cinerea* e *Gryllus assimilis* na alimentação humana, tendo-se como resultados apenas impactos positivos, tanto nutricionais como ambientais. No entanto, enfatizaram que é uma prática que deve ser estudada por especialistas da área alimentar para garantir a segurança. Schardong et. al. (10) analisaram a percepção, motivação e forma preferencial do consumo dos insetos por uma amostra de 1.619 brasileiros. Eles obtiveram o resultado de que mulheres apresentam uma maior aversão do que os homens, tendo ambos, como preferência, o consumo de farinhas provenientes de insetos. Já no caso de Matos & Castro (4), destacaram o uso de insetos como substrato proteico na hidrólise enzimática para produção de peptídeos bioativos e, ainda, chegaram à conclusão de que mesmo sendo uma alternativa extremamente viável, a inexistência de legislações que permitam os insetos na alimentação humana, impossibilita tal prática estudada.

Portanto, neste trabalho objetivou-se avaliar o perfil de consumidores e a percepção sobre novos produtos à base de insetos comestíveis, a partir de um questionário

aplicado na comunidade acadêmica do IFRN Campus Pau dos Ferros.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa possui caráter qualiquantitativo, com intuito de evidenciar o perfil de consumidores acerca de produtos à base de insetos. O estudo quantitativo, segundo Manzato e Santos (11), normalmente é utilizado quando o objetivo é medir opiniões, reações, sensações, hábitos e atitudes de um público-alvo, representando-o de forma estatisticamente comprovada. Enquanto que pesquisa qualitativa de acordo com Rodrigues; Oliveira e Santos (12), trata-se de analisar, observar, descrever e realizar práticas interpretativas de um fenômeno com o objetivo de compreender seu significado.

A partir do mês de março de 2024 foi aplicado um questionário configurado no Google Formulário encaminhado via WhatsApp que tinha como público alvo pessoas da comunidade acadêmica do IFRN Campus Pau dos Ferros (um total de 1.293 pessoas). Tal questionário foi constituído por 20 perguntas, sendo 16 objetivas e 4 subjetivas. Ademais, ele foi configurado na plataforma Google Forms (<https://forms.gle/Dq1JFwDVfGwycZae6>) e estruturado em três partes. A primeira delas incluiu o termo de consentimento; a segunda parte foi referente ao caráter socioeconômico e a terceira parte foi relacionada ao âmbito de consumo: conhecimento acerca dos insetos, intenção de compra e atratividade. Nas questões relacionadas ao consumo foi feita uma análise sensorial visual de dois produtos: grilos (*Gryllus assimilis*) banhados no chocolate (Figura 1A) e larvas de *Tenébrio molitor* frito (Figura 1B). Posteriormente, o questionário foi divulgado durante uma semana, obtendo-se ao todo 110 respostas.

A presente investigação não foi submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), uma vez que não envolveu experimentação direta com seres humanos, tampouco configurou situações que pudessem expor os participantes a riscos de natureza física, biológica, psicológica ou social. O instrumento de coleta restringiu-se a um questionário on-line, elaborado na plataforma Google Forms e compartilhado via aplicativo WhatsApp, garantindo que a participação ocorresse de maneira totalmente voluntária e autônoma. Destaca-se ainda que, previamente ao acesso às perguntas, todos os respondentes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), no qual foram explicitados os objetivos do estudo, a liberdade para desistência em qualquer etapa da participação, bem como a preservação do anonimato e a confidencialidade das informações fornecidas.

Figura 1 - Grilos (*Gryllus assimilis*) banhados no chocolate (A) e larvas de *Tenébrio molitor* fritas (B)



Fonte: Menicucci/G1 (2019).

As respostas foram estratificadas e tabuladas. Na análise dos dados foi empregada a estatística descritiva (frequências e porcentagens) e foram elaborados gráficos através da ferramenta Microsoft Excel 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados socioeconômicos dos participantes

O consumo de insetos pode variar devido às questões socioeconômicas e conhecimento sobre os aspectos nutritivos e estudos que comprovam o quanto o consumo dos mesmos podem contribuir para a alimentação humana. Portanto, de acordo com a Tabela 1, dentre os 110 participantes, sendo todos da comunidade acadêmica do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) *campus* Pau dos Ferros, 62 são do sexo feminino, 46 são do sexo masculino e 2 participantes preferiram não declarar o sexo.

Tabela 1 - Perfil de consumidores de insetos da região Oeste Potiguar.

Perfil do consumidor	Total de questionados n = 110 =100%
Sexo	
Feminino	62 = 56,4%
Masculino	46 = 41,8%
Prefiro não declarar	2 = 1,8%
Idade	
14 a 18 anos	59 = 53,6%
18 a 20 anos	33 = 30%
21 a 25 anos	8 = 7,3%
26 a 30 anos	3 = 2,7%
31 a 40 anos	5 = 4,5%
Acima de 40 anos	2 = 1,9%
Público da comunidade acadêmica	
Discente	103 = 93,6%
Docente	7 = 6,4%
Área do público da comunidade acadêmica	
Técnico em Alimentos	58 = 52,7%
Técnico em Apicultura	13 = 11,8%
Técnico em Informática	16 = 14,5%
Tecnólogo em Análise de Desenvolvimento de Sistemas	1 = 0,9%
Tecnólogo em Agroindústria	12 = 10,9%
Não sou discente	6 = 5,6%
Renda mensal	
Até 1 salário mínimo	57 = 51,8%
De 1 a 3 salários mínimos	28 = 25,5%
De 4 a 10 salários mínimos	22 = 20%
Acima de 10 salários mínimos	3 = 2,7%

O perfil dos entrevistados demonstrou que a maioria dos participantes pertenciam ao sexo feminino (correspondente a 56,4%), o que, provavelmente, bem como no trabalho de Miranda et.al. (13), no qual realizaram um estudo preliminar sobre a percepção dos discentes de zootecnia e medicina veterinária, no Brasil, a respeito de entomofobia, o sexo da maioria dos entrevistados tem relação com o curso que eles pertencem, estando o gênero feminino, no caso do presente trabalho, diretamente relacionado ao fato da maior

parte dessas pessoas remeterem-se a estudantes do curso técnico de alimentos (equivalente a 52,7%). Isso porque, assim como mostram as evidências, no *Campus* de Pau dos Ferros, os estudantes desse curso são majoritariamente do sexo feminino. Enquanto isso, dos participantes, 14,5% pertencem a informática, 11,8% a apicultura, 10,9% a agroindústria, 5,6% não são discentes e 0,9% são alunos do curso de análise de desenvolvimento de sistemas.

Ainda, enquanto aos dados obtidos no questionamento do sexo, do presente trabalho, também é perceptível uma semelhança com o trabalho de Schardong *et al.* (10), que realizaram um estudo exploratório com o objetivo de analisar o perfil dos consumidores nas cinco regiões brasileiras a respeito do consumo de insetos e teve como respondentes, majoritariamente, pessoas do sexo feminino (62,45%) e 37,55% indivíduos do sexo masculino.

Em relação à idade, constatou-se que os entrevistados têm, majoritariamente, 14 a 18 anos, o que é proporcional a 53,6% da amostra, isso acontece devido a diversos fatores, dentre eles está o fato da maioria dos respondentes terem sido discentes (93,6%) e devido também no IFRN *Campus* Pau dos Ferros prevalecer estudantes dos cursos técnicos, isto é, de nível médio. Fator esse positivo para a temática do presente trabalho, uma vez que, segundo Silva *et al.* (14), em sua revisão bibliográfica e levantamento sobre aceitação e perfil dos potenciais consumidores de insetos, afirmaram que pessoas mais jovens tendem, naturalmente, a estarem mais adepts a implementarem novidades na alimentação.

Junges (15) realizou uma pesquisa qualiquantitativa com o objetivo de estudar as atitudes dos consumidores gaúchos quanto a entomofagia e as suas implicações mercadológicas e teve, no questionário aplicado por ele, predominantemente, participantes de até 29 anos (28%), ou seja, pessoas mais jovens, dado semelhante ao presente trabalho, uma vez que foi utilizado um intervalo de idade diferente.

Para a renda dos participantes, evidenciou-se que 51,8% possuem até um salário mínimo, 25% recebem de um a quatro e 20% têm de quatro a dez salários mínimos como renda mensal. Segundo o IBGE (16), o rendimento mensal per capita do potiguar é de R\$1.373, o que corresponde com os resultados coletados, dado que 51,8% têm renda de até um salário-mínimo. Ruiz (17) verificou uma boa aceitação para o consumo de insetos, visto que, parte dos entrevistados demonstraram ter um renda mais alta, tal fato torna evidente, pois o público já havia realizado viagens internacionais, chegando-se à conclusão de que esses indivíduos já tinham conhecimento de tal alimentação através de outras culturas.

Conhecimento do consumo de insetos

Na Tabela 2, encontra-se o perfil de conhecimento dos 110 participantes acerca de insetos na alimentação humana, na qual 80% (88 pessoas) afirmaram conhecer o costume de alguns humanos consumirem insetos e 20% (22 pessoas) negaram já ter visto algo a respeito de tal prática antes das informações expostas no questionário.

Tabela 2 – Conhecimentos sobre consumo de insetos

Perspectiva acerca do consumo de insetos	
Compreensão dos entrevistados sobre a temática	Total de questionados n = 110 =100%
Sim	88 = 80%
Não	22 = 20%

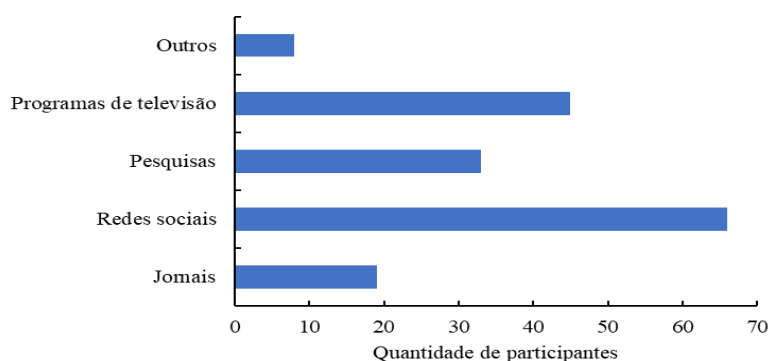
Conhecimentos sobre os benefícios dos insetos na alimentação humana	
Sim	16 = 14,5%
Não	67 = 60,9%
Talvez	27 = 24,5%

Em entrevistas realizadas na comunidade de Bom Sucesso - MA, Filho (18) atesta que a maioria dos entrevistados (67%) desconhecem a utilização de insetos como fonte de alimento ou na elaboração de algum produto comestível, enquanto que apenas 33% afirmaram o oposto. De modo geral, é esperado que as pessoas de nosso país desconhecem a entomofagia - o uso de insetos na alimentação humana - uma vez que o consumo desses animais é maior e mais comum nas culturas orientais, enquanto que no Ocidente a ingestão deles não é de grande magnitude. Silva *et al.* (19) afirmam que no Brasil, não é uma prática bem vista por, geralmente, as pessoas associarem a falta de higiene, tendo assim, medo, nojo e repulsa por insetos, o que muito deve-se aos fatores culturais já mencionados.

Se tratando dos benefícios do consumo de insetos, 14,5% dos participantes indicaram já terem ouvido falar, 60,9% não sabiam sobre e 24,5% afirmaram que talvez conhecessem algo a respeito das vantagens. De acordo com o trabalho de Oliveira e Cunha (20) estudaram acerca dos benefícios dos insetos à saúde humana, constatou-se que 61% dos estudantes não tinham nenhum conhecimento sobre a temática, seguidos de 31% com esclarecimento e 9% falaram que os insetos não oferecem benefícios à saúde humana. O que indica que ambas comunidades de estudantes ainda são carentes de conhecimento sobre os benefícios da implementação de insetos na alimentação humana.

A Figura 2 apresenta os meios de comunicação pelos quais os participantes conhecem sobre os benefícios da inserção de insetos na alimentação humana, tendo como resultados 74,2% (66 pessoas) dos entrevistados por meio de redes sociais, 50,6% (45 indivíduos) por programas de televisão, 37,1% (33 participantes) por pesquisas, 21,3% (19 respondentes) por jornais e 8,8% (8 pessoas) por outros meios, como em comentários na sala de aula. Os valores ultrapassam 100% porque os consumidores escolheram mais de uma alternativa.

Figura 2 - Formas de conhecimento acerca dos benefícios da inserção de insetos na alimentação humana.

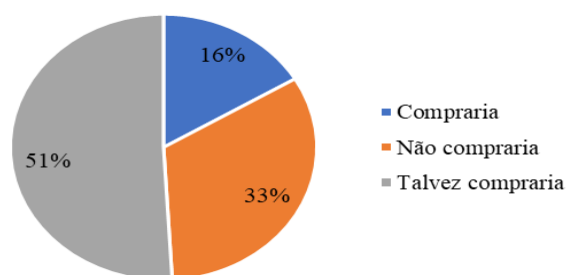


A maioria dos participantes dessa pesquisa são jovens entre 14 a 18 anos e em virtude da faixa etária é comum acesso às mídias sociais. Assim, Costa (21) afirmou que o avanço tecnológico, por ser um meio rápido e fácil de propagar informações e influenciar as pessoas, pode acarretar na seletividade alimentar dos jovens, podendo

existir cenários positivos e negativos. No estudo de Gang; Fischer (22), por exemplo, foi apresentado que os vídeos disponíveis na plataforma de streaming YouTube não atenderam a expectativa de conter informações acerca dos benefícios, limitações e vulnerabilidades, restringindo-os a receitas de como inseri-los na culinária e não contendo tantas informações sobre as vantagens da entomofagia.

Na Figura 3 tem-se os resultados referentes à intenção de compra de produtos à base de insetos para consumo humano.

Figura 3 - Intenção de compra de insetos para consumo humano.

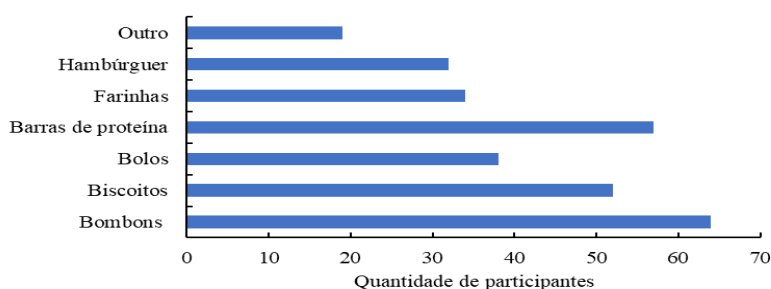


O total de 51% dos participantes respondeu que “talvez comprariam”, 33% “não compraria” e 16% “compraria”. Nesse sentido, torna-se inviável ter, por parte do mercado, o investimento financeiro nesses alimentos inovadores, já que, provavelmente, de início não teriam clientes, haja vista uma rejeição e ignorância enquanto a implementação dos insetos na alimentação diária e os seus benefícios, o que é causado pela aversão cultural e afeta diretamente a intenção de consumo (23).

Esse cenário deve-se a diversos fatores, bem como a percepção do risco ter tendência a ser maior na ingestão de alimentos desconhecidos pelo indivíduo, isso porque, rejeitar a inovação em produtos alimentícios diz respeito ao instinto primário à sobrevivência do ser humano (24). Alinhado a isso, o resultado da Figura 3 pode estar relacionado também ao que é chamado de risco social, que segundo Arakaki (24), trata-se da possibilidade do julgamento alheio causado pela escolha alimentar de um indivíduo, mesmo que para si seja a mais adequada.

Na Figura 4 tem-se a indicação de consumo de produtos a base de insetos, onde constata-se que 58,2% dos participantes selecionaram os bombons, seguido das barras de proteínas (51,8%), biscoitos (47,3%), bolos (34,5%), farinhas (30,9%), hambúrguer (29,1%) e outros (17,3%). Os valores ultrapassam 100% porque os consumidores escolheram mais de uma alternativa.

Figura 4 - Indicação de consumo de produtos oriundos de insetos

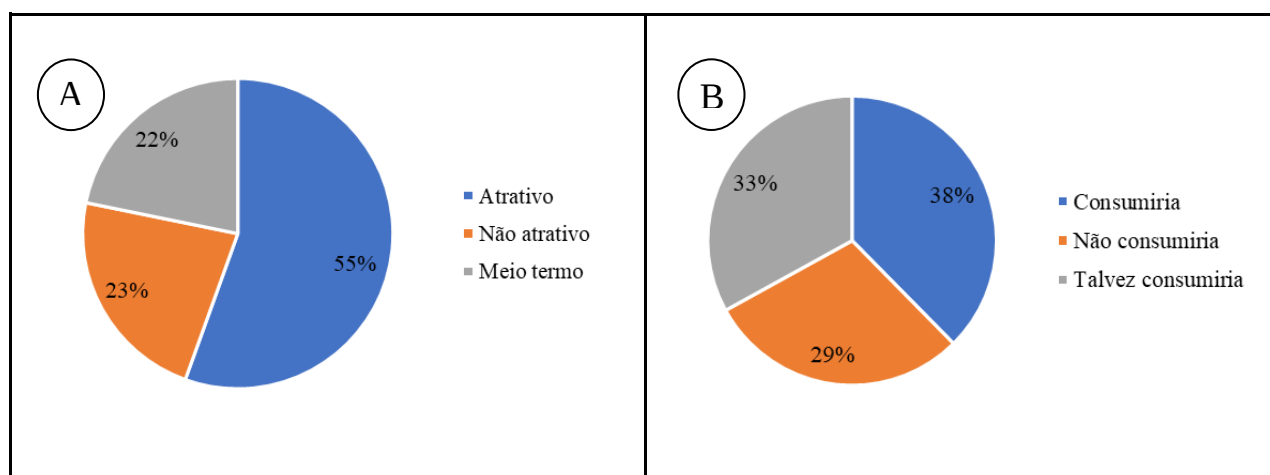


Tais resultados devem-se ao fato de que nos alimentos com maior porcentagem, os insetos estariam mais processados e bem como foi constatado por Silva (19), as pessoas, geralmente, estão mais dispostas a consumir insetos quando eles estão como ingredientes e não quando estão visíveis.

Além disso, a tentativa de implementar alimentos à base de insetos nos países ocidentais não é simples, pois há fobia e repulsa, ao pensar na ingestão de insetos, sentida pela maior parte da população. Uma forma de facilitar a introdução desses insetos é incorporando-os em formas de farinha, que seriam utilizadas em alimentos como barras proteicas, bolachas ou bolos, por exemplo, com o intuito de aumentar a aceitação desses produtos no Ocidente e fazer com que esses animais façam parte das refeições regulares (25).

Ao que se refere a atratividade de grilos banhados a chocolate, constatou-se na Figura 5A que a maior parcela dos participantes achou o produto exposto por imagem no formulário atrativo (55%), enquanto que 23% não sentiram o mesmo e 22% ficaram em um meio termo. Tais índices devem-se à forma que o grilo foi exposto, isto é, não estando as características do animal totalmente aparentes. Assim como Ferraz (26) afirma que uma estratégia para maior aceitação desses insetos é implementá-los primeiramente como ingredientes, com o intuito de elaborar os produtos de forma sensorialmente mais atrativa, ou seja, em termos de flavor, textura e aparência, dessa forma, causando menos aversão.

Figura 5 - Indicação da atratividade de *Gryllus* banhados em chocolate (5A) e indicativo de consumo de *Gryllus* banhados em chocolate (5B)



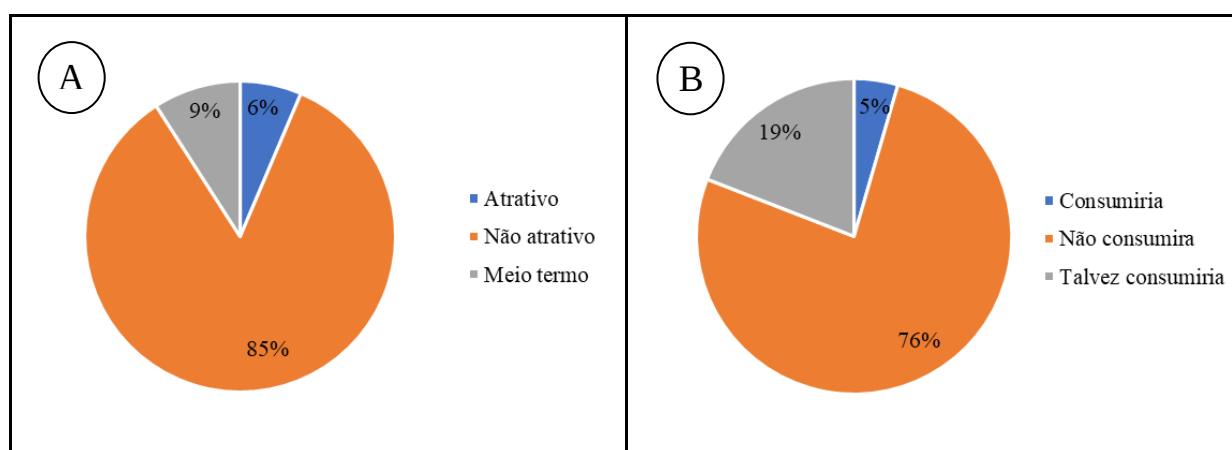
Na Figura 5B, há o indicativo de consumo dos grilos banhados a chocolate, tendo 38% de respostas para consumiria, 33% talvez consumiria e 29% para não consumiria. O fato de menos da metade dos respondentes terem a intenção de consumir o alimento pode estar relacionado com a forma que ele foi descrito no enunciado (“grilos - *Gryllidae* - com cobertura de chocolate”), assim, causando imediatamente aversão a algumas pessoas, uma vez que grande parte delas, associam insetos a ambientes sujos. E, assim como Arakaki (24) indicou em seu trabalho, alimentos desconhecidos são avaliados a

partir de recursos visuais e de associações, sendo a caracterização do inseto na comida relacionada a um aspecto de alimento em decomposição.

Após serem questionados se consumiriam os grilos banhados a chocolate, os participantes que responderam “não” foram conduzidos a justificarem sua resposta. Todas elas estavam relacionadas a aparência, formato e ao fato de o alimento ser um inseto, assim, a maioria dos entrevistados colocaram algo semelhante a “O formato não me agradou”, “Achei a cobertura de chocolate mal feita” e “Porque tenho conhecimento de que é um inseto”.

Quanto à atratividade de tenébrio frito, observa-se na Figura 6A que 85% dos participantes não acharam o produto exposto atrativo, enquanto que 6% acharam atrativo e 9% ficaram em meio termo, isso ocorre, provavelmente, devido a presença do inseto de forma explícita, ou seja, com a sua fisionomia aparente. No trabalho de Gmuer et.al. (27), ao comparar a aceitabilidade dos produtos elaborados com insetos em graus de processamento diversos, foi perceptível que o alimento apresentou maior aceitação foi aquele mais processado, ou seja, o que menos deixou a presença do inseto ser visível. Assim, o presente trabalho tem relação direta com o citado, pois, ao comparar os índices de atratividade dos grilos banhados ao chocolate e dos tenébrios fritos, os insetos cobertos tiveram uma maior aceitabilidade.

Figura 6 - Indicação da atratividade de larvas de *Tenébrio* fritas (6A) e indicativo de consumo de larvas de *Tenébrio* fritas (6B)



Já referente a Figura 6B, quando questionados se consumiriam os tenébrios fritos, 76% responderam “não consumiria”, 19% “talvez consumiria” e 5% “consumiria”. A rejeição em massa pode estar diretamente relacionada com a forma que os insetos foram expostos, o que se comprova com a seguinte justificativa de um participante que não estaria apto ao consumo: “É muito evidente a presença do inseto, provoca um pouco de nojo. A outra imagem apresentada foi mais atrativa devido a cobertura, não sendo tão evidente”. Ainda, pode-se relacionar os resultados com a neofobia alimentar, que segundo Junges (15), tal termo diz respeito à resistência em ingerir novos alimentos e a rejeição dos mesmos.

Após responderem que não estariam aptos ao consumo dos tenébrios fritos, a maioria dos 76% justificaram que não comeriam por ter nojo, por aparentar estar vivo e pela apresentação, bem como foi expresso pela participante que “A estrutura das larvas servidas no recipiente não remete a algo atrativo, pois me fez lembrar muito do inseto vivo. Prefiro uma forma de processamento que mude a estrutura do inseto, que “mascarar” algumas características do ser que me causam certa dúvida/repulsa”.

CONCLUSÕES

O estudo mostrou um baixo potencial mercadológico, no Brasil, o qual está diretamente relacionado à neofobia alimentar e repulsa dos insetos na alimentação de humanos, fatores esses influenciados por questões culturais, sociais e econômicas. Sobre a atratividade e o indicativo de consumo de insetos, observou-se que são diretamente influenciados pelo grau de processamento, visto que, a presença do animal caracterizado no alimento influencia na intenção de consumo. Outrossim, convém mencionar que para a implementação de insetos na alimentação humana, no Brasil, é essencial uma maior divulgação a respeito de seus benefícios e a criação de uma legislação que permita a comercialização dos produtos. Portanto, o estudo em questão retrata uma relevância no setor acadêmico, na área de alimentos e nutrição, além do impacto na esfera industrial, proporcionando a inovação de uma alternativa proteica.

REFERÊNCIAS

1. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. [Internet]. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1415747/>
2. Oliveira CB, Cunha FM. Antropoentomofagia: conhecimento, aceitação e perspectivas de bacharelados e licenciandos em ciências biológicas de uma IES de Recife, Pernambuco, Brasil. Rev FAFIRE. 2019;12(2):11–21. Disponível em: <https://fatcat.wiki/release/lajmwsjdbffdleukc5243rjspm>. Acesso em 16 de maio de 2024.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 14, de 28 de março de 2014. Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de março de 2014; Seção I – III.
4. Matos FM, Castro RJ. Edible insects as potential sources of proteins for obtaining bioactive peptides. Braz J Food Technol. 2021;24:e2020044.
5. Vanin SA, Nihei SS, Dias SD, Pedro GB. Filogenia e classificação. In: Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJBD, Casari S, Constantino R, eds. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. 2ª ed. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; 2024. p. 57–87.
6. Reis TL, Dias ACC. Farinha de insetos na alimentação de não ruminantes, uma alternativa alimentar. Vet Zootec (Botucatu). 2020;27:1–16.
7. Carvalho NM, Madureira AR, Pintado ME. O potencial dos insetos como fontes de alimento – uma revisão. Crit Rev Food Sci Nutr. 2019;60(21):3642–52.
8. Lucas AJ. Insetos na alimentação animal: um panorama geral. Rio Grande – RS: Editora da FURG; 2021.

9. Sousa CE, Melo DC, Santana GO, Minas RS, Kwiatkowski A. Inserção de insetos na alimentação humana como alternativa nutricional em produtos de panificação. *Insect Farming Technol.* 2024;3(1):1–19. Disponível em: <https://insectfarmingtechnologies.com.br/ift/article/view/7>. Acesso em: 23 abr. 2024.
10. Schardong IS, Freiberg JA, Santana NA, Richards NS. Brazilian consumers' perception of edible insects. *Cienc Rural.* 2019;49(10):1–12. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/PNSFLWdx7LyCwZynGd7QFNR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 de abril de 2024.
11. Manzato AJ, Santos AB. A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa. São Paulo: UNESP–IBILCE; 2012.
12. Rodrigues TD, Oliveira GS, Santos JA. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. *Rev Prisma.* 2021;2(1):154–74.
13. Miranda AVA, Alves PWA, Guedes MVA, Araújo MAS, Wanderley RRM, Santos EA, et al. Entomofagia: um estudo preliminar sobre a percepção dos discentes de zootecnia e medicina veterinária no Brasil. *Res Soc Dev.* 2023;12(2):e12712240015. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40015/32792>. Acesso em: 07 de maio de 2024.
14. Silva RRV, Silva FFF, Santos RKG, Vilela AF, Silva NC, Silva SX, et al. Estudo bibliográfico e levantamento do potencial uso de inseto na alimentação humana. In: Encontro Nacional da Agroindústria, 08; Congresso de Inovação e Tecnologia Agroalimentar, 08. 2022; Bananeiras. São Paulo: Agron Food Academy; 2022. p. 92–101.
15. Junges JR. A atitude dos consumidores do Rio Grande do Sul em relação a alimentos à base de insetos: implicações mercadológicas [Trabalho de Conclusão de Curso]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2019. 96 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/203754>.
16. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Características do rendimento mensal per capita. Rio Grande do Norte: IBGE; 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/>. Acesso em: 12 mai. 2024.
17. Ruiz SN. Avaliação da aceitação de alimentos com insetos por consumidores paulistanos [Dissertação]. São Paulo: Escola Superior de Propaganda e Marketing; 2017. 89 p. Disponível em: <http://tede2.espm.br/handle/tede/284>.
18. Filho DS. Etnoentomologia: a percepção de moradores do povoado de Bom Sucesso, município de Mata Roma, Maranhão, Brasil a respeito dos insetos [Monografia]. Chapadinha: Universidade Federal do Maranhão; 2017. 22 p.
19. Silva NC, Silva FF, Filho JN, Vilela AF, Viana AD. Percepção de brasileiros ao consumo de alimentos à base de insetos comestíveis. In: Encontro de Ciência e

- Tecnologia de Alimentos, 05; 2021; Jardim do Seridó. São Paulo: Agron Food Academy; 2021. p. 323–36.
20. Oliveira CB, Cunha FM. Antropoentomofagia: conhecimento, aceitação e perspectivas de bacharelados e licenciandos em ciências biológicas de uma IES de Recife, Pernambuco, Brasil. *Rev FAFIRE*. 2019;12(2):11–21. Disponível em: <https://fatcat.wiki/release/lajmwsjdbffdleukc5243rjspm>. Acesso em: 16 de maio de 2024.
 21. Costa ML. Associação entre o uso de mídias sociais e comportamento alimentar, percepção e checagem corporal [Trabalho de Conclusão de Curso]. Santa Cruz, RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2018. 51 p.
 22. Gang J, Fischer ML. Um olhar bioético para entomofagia: uma revisão integrativa. *Rev Inclusiones*. 2022;9(3):359–77. Disponível em: <https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/view/3380/3452>. Acesso em: 05 de maio de 2024.
 23. Egidio AG, Silva LF. A aceitação do consumidor em inserir insetos na dieta alimentar. *Rev FSA*. 2022;19(7). Disponível em: <http://www4.unifsa.com.br/revista/index.php/fsa/article/view/2451>. Acesso em: 06 de maio de 2024.
 24. Arakaki KK. Risco percebido e confiança como determinantes da intenção de consumo de insetos [Tese]. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; 2022. 185 p.
 25. Gonçalves C, Chavez K, Jorge R. Entomofagia: consumo atual e potencial de futuro. *Acta Port Nutr*. 2022;29:76–81. Disponível em: https://actaportuguesadenutricao.pt/wp-content/uploads/2022/09/13_AR.pdf. Acesso em: 05 de maio de 2024.
 26. Ferraz LP. Insetos comestíveis como fonte proteica alternativa [Trabalho de Conclusão de Curso]. Buri: Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino; 2021. 51 p.
 27. Gmuer A, Guth JN, Hartmann C, Siegrist M. Effects of the degree of processing of insect ingredients in snacks on expected emotional experiences and willingness to eat. *Food Qual Prefer*. 2016;54:117–27. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329316301331>. Acesso em: 12 de maio de 2024.

Capítulo 18
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-18
ELABORAÇÃO DE ALMÔNDEGAS BOVINAS COM FARINHA
DE MARACUJÁ, EM SUBSTITUIÇÃO A GORDURA SUÍNA

Emilly Raniely Ramos Jeremias *; **Amanda Cristina Freitas da Silva **; **Brenda Domingues de Souza **; **Ítalo Abreu Lima **;

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: ramosemilly324@gmail.com*

Resumo: A busca por produtos cárneos mais saudáveis tem estimulado a redução de gordura animal e o uso de subprodutos agroindustriais. Este estudo avaliou as propriedades tecnológicas de almôndegas bovinas elaboradas com farinha da casca de maracujá como substituto parcial ou total da gordura suína. A farinha apresenta alto teor de fibras, proteínas, minerais e pectina, conferindo potencial funcional e tecnológico ao produto. Foram desenvolvidas cinco formulações (T1-0%, T2-2,5%, T3-5%, T4-7,5% e T5-10% de farinha da casca de maracujá), todas à base de acém bovino. As amostras foram analisadas quanto às propriedades de cocção (perda, encolhimento e rendimento) após preparo em Air Fryer, além de parâmetros físico-químicos em estado cru, como umidade, cinzas, pH, atividade de água e acidez titulável. Os resultados demonstraram que a substituição da gordura por farinha impactou significativamente as características de cocção, aumentando a perda (24,81% em T1 para 37,04% em T5) e reduzindo o rendimento (75,19% em T1 para 62,86% em T5). O encolhimento, por outro lado, diminuiu em concentrações intermediárias, especialmente em T4 (7,5%). Nas análises físico-químicas, a umidade permaneceu estável, enquanto o pH reduziu (6,23 para 5,49), acompanhado de aumento da acidez e ligeira queda da Aw. Conclui-se que a farinha melhora a estabilidade e reduz o encolhimento, mas compromete o rendimento, exigindo ajustes de formulação.

Palavras-chave: Ingrediente funcional; Maracujá; Propriedades tecnológicas; Produtos cárneos

INTRODUÇÃO

As almôndegas são produtos cárneos reestruturados, elaborados a partir de carne moída de uma ou mais espécies de animais de açougue, moldadas em formato esférico, acrescidas de ingredientes e submetidas a processos tecnológicos adequados (1). Esse tipo de produto permite o aproveitamento de cortes com menor valor comercial e textura inferior, possibilitando a elaboração de alimentos com qualidade sensorial aceitável, maior valor agregado e menor custo (2,3).

Nos produtos cárneos industrializados, a gordura desempenha papel fundamental, influenciando diretamente características como suculência, maciez e sabor (4). Além disso, a gordura animal é fonte de energia, ácidos graxos essenciais e auxilia na absorção de vitaminas lipossolúveis (5,6). No entanto, seu consumo em excesso está relacionado ao desenvolvimento de doenças crônicas, como obesidade e enfermidades cardiovasculares, o que tem motivado a reformulação de produtos cárneos visando à redução de gordura e à melhoria do perfil nutricional (7).

A crescente demanda por alimentos mais saudáveis tem impulsionado a indústria alimentícia a buscar alternativas tecnológicas que atendam às exigências do consumidor moderno. Essas exigências incluem menor teor de gordura, colesterol, cloreto de sódio e nitritos, além de terem um bom perfil lipídico e a inclusão de ingredientes funcionais (8). Nesse contexto, a substituição parcial ou total da gordura suína por fontes ricas em fibras, como a farinha da casca de maracujá, representa uma estratégia viável para a produção de produtos mais saudáveis, mantendo suas propriedades tecnológicas de acordo com o tipo de alimento elaborado, que nesse caso é o produto cárneo reestruturado almôndega bovina.

Produtos cárneos reestruturados, como as almôndegas, apresentam vantagens como padronização de formato e tamanho, fácil preparo, menor perda por cocção e aproveitamento de músculos que seriam subutilizados (4). Contudo, seu alto teor de gordura e baixo conteúdo de fibras são considerados limitações nutricionais (9). Para contornar essa deficiência, a adição de fibras alimentares tem sido utilizada como alternativa funcional e tecnológica. As fibras influenciam positivamente na capacidade de retenção de água e gordura, na formação de estrutura e textura do produto cárneo, além de contribuírem para que o indivíduo, ao comer um alimento com fibras, fique mais saciado e com o seu trânsito intestinal fluindo bem (10,11).

A utilização de subprodutos agroindustriais como ingredientes alimentares vem ganhando destaque na busca por formulações mais sustentáveis e nutritivas. A farinha da casca de maracujá, obtida a partir do flavedo (parte amarela) e do albedo (parte branca) do fruto, apresenta elevado teor de fibras, proteínas, minerais como cálcio, além de pectina e niacina, além de conter propriedades gelificantes, que são vantajosas para a indústria de alimentos (12–14). Embora estudos já tenham explorado sua aplicação em produtos como biscoitos (15), sorvetes (16) e patês (17), ainda há escassez de pesquisas voltadas à sua incorporação em produtos cárneos, como as almôndegas.

Segundo a Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000, as almôndegas podem conter até 18% de gordura em sua composição, porém apresentam baixo teor de fibras (1). Diante disso, a inclusão da farinha de casca de maracujá na formulação surge como alternativa promissora para enriquecer nutricionalmente o produto, promover o aproveitamento de resíduos agroindustriais e atender à crescente demanda por alimentos mais saudáveis, sem comprometer a aceitação sensorial do consumidor.

O projeto tem como objetivo elaborar produtos cárneos reestruturados como as almôndegas bovinas com adição de farinha de maracujá, como substituta parcial e total da gordura suína, determinando a sua composição química e suas características físico-químicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria-prima:

Este estudo foi conduzido nos Laboratórios de Tecnologia de Carnes e Derivados e de Análise de Alimentos do Instituto Federal da Bahia (IFBA), Campus Barreiras. As matérias-primas utilizadas para a elaboração das almôndegas, se findam, na carne bovina do corte dianteiro (acém), gordura suína (toucinho), farinha da casca de maracujá, água gelada e ingrediente global específico para almôndegas, adquiridos no comércio local da cidade de Barreiras, Bahia.

Formulações e processamento:

Inicialmente, as carnes foram higienizadas e cortadas em pedaços menores e irregulares, sendo removidos o excesso de gordura, nervos, aponeuroses e hematomas. Em seguida, a carne foi moída no moedor com disco de 8 mm em suas perfurações, enquanto o toucinho foi processado no disco de 5 mm de diâmetro.

Após a moagem, todos os ingredientes foram pesados em uma balança semi-analítica, conforme os percentuais estabelecidos para cada uma das cinco formulações experimentais (T1 a T5), e divididos em cinco porções, de acordo com os níveis de substituição da gordura pela farinha da casca de maracujá.

A adição do toucinho e da farinha de maracujá em diferentes concentrações, resultou nas seguintes formulações: T1 (10% de toucinho e 0% de farinha de maracujá); T2 (7,5% de toucinho e 2,5% de farinha de maracujá); T3 (5% de toucinho e 5% de farinha de maracujá); T4 (2,5% de toucinho e 7,5% de farinha de maracujá) e T5 (0% de toucinho e 10% de farinha de maracujá), conforme descrito na Tabela 1:

Tabela 1: Formulação em porcentagem para elaboração das almôndegas com a farinha da casca de maracujá.

Matéria-prima (massa)	Formulações (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5
Acém Bovino	90	90	90	90	90
Toucinho (gordura suína)	10	7,5	5	2,5	0
Farinha da casca de maracujá	0	2,5	5	7,5	10
Total (%)	100	100	100	100	100
Ingredientes (relação a massa)					
Água gelada	4	4	4	4	4
Condimento global p/ almôndega	15	15	15	15	15

Os ingredientes foram acondicionados em um recipiente, de acordo com suas formulações e homogeneizados um a um, sendo boleadas em seguida, obtendo-se um peso líquido de 60 gramas cada. Ao final do boleamento, as almôndegas foram devidamente identificadas e embaladas em sacos de polietileno, sendo congeladas no congelador da geladeira Consul CRD37EBBNA 220V a uma temperatura de -18° C até a realização das análises físico-químicas.

Análises físico-químicas:

As análises foram realizadas no laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - Campus Barreiras.

Para as análises de rendimento, foi considerado o peso e diâmetro das amostras antes e após o tratamento térmico (grelhamento) na fritadeira Air fryer Britânia BFR25P 220V, sendo calculado através de três parâmetros: porcentagem de rendimento (Equação 1), porcentagem de perdas por cocção (Equação 2) e porcentagem de encolhimento (Equação 3).

- Equação 1: % Rendimento = $\frac{\text{Amostra assada}}{\text{Amostra crua (g)}} \times 100$
- Equação 2: % Perdas = $\frac{\text{Amostra crua} - \text{Amostra assada(g)}}{\text{Amostra crua (g)}} \times 100$
- Equação 3: % Encolhimento = $\frac{\text{Amostra crua(mm)} - \text{Amostra assada(mm)}}{\text{Amostra crua (mm)}} \times 100$

A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105°C até peso constante e o resíduo mineral fixo por incineração em murfla a 550°C, conforme as metodologias oficiais da AOAC (18).

A atividade de água (A_w) foi medida utilizando um equipamento Aqualab digital (série 3TE, Decagon Devices, EUA), utilizando a orientação do fabricante. Para determinação do pH, 10 g de amostra triturada foram homogeneizadas com 100 mL de água destilada por 60 segundos, sendo a leitura realizada após 5 minutos de repouso, seguindo a metodologia de Terra e Brum (19).

A acidez foi determinada por titulação do homogenato com solução de NaOH 0,1M utilizando fenolftaleína como indicador, conforme descrito por Matos et al. (20), com resultados expressos em g de ácido láctico/100 g de hambúrguer.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o Software Excel 2013 e o Software do Projeto Jamovi (2025 - Versão 2.6).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características tecnológicas

A Tabela 2 apresenta os resultados de média e desvio padrão de rendimento, encolhimento e retenção de umidade para as diferentes formulações:

Tabela 2: Média ($\pm$ desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos das almôndegas com farinha da casaca de maracujá: Caracterização do cozimento

Caracterização do cozimento	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Encolhimento	17,31 $\pm$ 0,03 ^a	17,65 $\pm$ 0,04 ^a	20,41 $\pm$ 0,04 ^a	12,50 $\pm$ 0,00 ^b	16,33 $\pm$ 0,16 ^a
Perda por cocção	24,81 $\pm$ 0,33 ^c	29,75 $\pm$ 0,71 ^b	33,81 $\pm$ 0,56 ^a	35,05 $\pm$ 0,48 ^a	37,04 $\pm$ 0,31 ^a
Rendimento	75,19 $\pm$ 0,33 ^a	70,25 $\pm$ 0,71 ^b	66,19 $\pm$ 0,56 ^c	64,95 $\pm$ 0,48 ^c	62,96 $\pm$ 0,31 ^d

T1 (10% de gordura suína e 0,0% da farinha da casaca de maracujá), T2 (7,5% de gordura suína e 2,5% da farinha da casaca de maracujá), T3 (5% de gordura suína e 5% da farinha da casaca de maracujá), T4 (2,5% de gordura suína e 7,5% da farinha da casaca de maracujá), T5 (0,0% de gordura suína e 10% da farinha da casaca de maracujá). Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ($p < 0,05$) entre si pelo teste F. Fonte: Própria (2025).

O fator encolhimento das almôndegas relatou que os tratamentos T1, T2, T3 e T5 não apresentaram diferença significativa de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$), já o tratamento T4 foi o único que apresentou uma diferença significativa entre as medias de encolhimento, se comparado aos outros. Com a porcentagem maior da farinha da casaca de maracujá, no T4 (7,5% de FMC) e T5 (10% de FMC) tem-se uma menor porcentagem de encolhimento, assim como Gonçalves e Magalhães afirmaram em sua publicação (21), que diz respeito a substituição da gordura pela farinha da casaca de maracujá na elaboração de hambúrgueres, sendo um com 50% de farinha com porcentagem de encolhimento de 10,42% e outro com 100% de farinha com porcentagem de encolhimento de 8,22%, também caracterizando a diminuição do encolhimento do hambúrguer quando se aumenta a porcentagem da farinha de maracujá.

Para os resultados de perda por cocção, observamos que não há diferença significativa entre as médias das amostras T3, T4 e T5 em $p < 0,05$ no teste Tukey, porém nos outros dois tratamentos houve uma diferença significativa. Contudo a substituição da gordura pela farinha da casaca de maracujá resultou em dados similares ao de Carvalho (22) que em sua pesquisa, observou que altas concentrações de fibras podem

comprometer a integridade estrutural ou a retenção de água do cozimento, resultando em maiores perdas de água.

O rendimento das amostras nos seus cinco tratamentos apresentaram diferença significativa em suas médias, de acordo com o teste Tukey ($p < 0,05$), diferindo apenas no T3 e T4. Observou-se um menor rendimento nas amostras com a adição da FMC se comparado a amostra padrão (T1), sendo inversamente proporcional aos valores de perda por cocção. Isso se caracteriza devido a farinha homogeneizar os ingredientes da almôndega, fazendo-os se juntar mais e consequentemente fazendo-a ter um rendimento pequeno, além da farinha absorver um pouco da água do alimento.

Analises físico-químicas

A Tabela 3 apresenta os resultados de média e desvio padrão das análises para as diferentes formulações:

Tabela 3: Media ($\pm$ desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos das almôndegas elaboradas com a farinha da casca de maracujá.

Tratamentos	Parâmetros físico-químicos				
	Umidade (%)	Cinzas (%)	Aw	pH	Acidez titulável (Ac. Lático%)
T1	70,31 $\pm$ 1,58 ^a	9,84 $\pm$ 0,77 ^b	0,953 $\pm$ 0,01 ^a	6,23 $\pm$ 0,06 ^a	0,66 $\pm$ 0,35 ^{bc}
T2	70,90 $\pm$ 2,03 ^a	10,07 $\pm$ 0,51 ^a	0,956 $\pm$ 0,00 ^a	6,11 $\pm$ 0,05 ^a	0,63 $\pm$ 0,15 ^c
T3	71,54 $\pm$ 0,80 ^a	8,02 $\pm$ 1,95 ^c	0,951 $\pm$ 0,01 ^a	5,87 $\pm$ 0,03 ^b	0,67 $\pm$ 0,32 ^{bc}
T4	70,81 $\pm$ 0,77 ^a	9,62 $\pm$ 1,41 ^a	0,948 $\pm$ 0,01 ^a	5,70 $\pm$ 0,10 ^{bc}	0,85 $\pm$ 0,12 ^{ab}
T5	70,46 $\pm$ 3,71 ^a	9,86 $\pm$ 1,31 ^{ab}	0,946 $\pm$ 0,00 ^a	5,49 $\pm$ 0,12 ^c	0,91 $\pm$ 0,36 ^a

T1 (10% de gordura suína e 0,0% da farinha da casca de maracujá), T2 (7,5% de gordura suína e 2,5% da farinha da casca de maracujá), T3 (5% de gordura suína e 5% da farinha da casca de maracujá), T4 (2,5% de gordura suína e 7,5% da farinha da casca de maracujá), T5 (0,0% de gordura suína e 10% da farinha da casca de maracujá). Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ($p < 0,05$) entre si pelo teste F. Fonte: Própria (2025).

A umidade das amostras não apresentou diferença significativa segundo a ANOVA, o que caracteriza que a mesma não teve nenhuma alteração, mesmo com a substituição da gordura suína pela FCM. Os valores de umidade encontrados se encontram dentro dos valores de umidade descritos por Ordóñez, cuja variação é entre 65% a 80%. (23)

Na análise do teor de cinzas, tem-se uma diferença significativa nas médias de todas as amostras, pelo teste Tukey ($p < 0,05$), apresentando um aumento significativo na porcentagem de cinzas no T4 e T5, cuja porcentagem de FMC é maior, o que caracteriza a presença de resíduos minerais, tal como as fibras presentes na farinha. A amostra T2 e T1 também apresenta um leve aumento da porcentagem, se caracterizando por conta das variações da composição da carne utilizada.

As almôndegas apresentaram valores de atividade de água, em que não possuem uma diferença significativa entre as médias, conforme a ANOVA. Os tratamentos que obtiveram uma atividade de água mais elevada foram os que tem menor quantidade de FCM, enquanto os outros diminuíram significativamente, o que caracteriza que a almôndega é um alimento perecível e com uma alta atividade de água.

Na análise de pH, observou-se uma redução do mesmo conforme a adição da FCM, o que demonstra a acidez da farinha caracterizada nas almôndegas. Todas as amostras segundo o teste Tukey ($p < 0,05$) possuíram uma diferença significativa entre

seus valores de média, com semelhanças entre os tratamentos T1 e T2, T3 e T4 e entre os tratamentos T4 e T5. Os valores de pH registrados na formulação T1 T2 T3 apresentam valores semelhantes a faixa etária de pH ideal para carnes bovinas, variando entre 5,8 a 6,2 segundo o laboratório nacional de referência animal (24).

Os valores de acidez titulável apresentaram uma diferença significativa entre ambos os tratamentos, pelo teste Tukey ($p < 0,05$), demonstrando um aumento significativo do ácido láctico presente nas amostras de maior concentração de FCM. Esse aumento do ácido láctico nos tratamentos, se deu pela adição de um produto mais ácido, como a FCM na formulação, o que acaba influenciando na acidez.

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou a viabilidade da utilização da farinha da casca de maracujá (FCM) como substituto parcial ou total da gordura suína na elaboração de almôndegas bovinas, demonstrando influências significativas nas características tecnológicas e físico-químicas do produto. Observou-se que níveis crescentes de farinha resultaram em maior perda por cocção e redução no rendimento, por outro lado, a inclusão da farinha contribuiu para menor encolhimento, aumento do teor de cinzas e maior acidez titulável. A estabilidade da umidade e a redução do pH, associada ao fato da adição de um ingrediente com pH mais ácido.

Assim, conclui-se que a farinha da casca de maracujá representa uma alternativa viável e sustentável para a elaboração de produtos cárneos, tal como almôndegas mais saudáveis, promovendo o aproveitamento de resíduos agroindustriais e o enriquecimento em fibras, embora sua aplicação exija otimização das proporções para equilibrar rendimento e características tecnológicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, Campus Barreiras, à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós Graduação e Inovação do IFBA pela concessão da bolsa de pesquisa (PIBIC-Af) a primeira autora.

REFERÊNCIAS

Deverão ser citadas por ordem de aparecimento no texto, em algarismos arábicos, entre parênteses. Cada referência deve receber um único número, e esta pode ser citada várias vezes, sempre com o mesmo número. Por exemplo:

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Almôndega. Diário Oficial da União. 2000.
2. Gonçalves AC, Silva FA, Pacheco MTB. Utilização de cortes cárneos com baixo valor comercial na elaboração de produtos reestruturados. Cienc Rural. 2018;48(6):1–7.
3. Nassarl RA, Rizzotto M, Lima TMS. Produtos cárneos reestruturados: características tecnológicas e nutricionais. Rev Inst Laticínios Cândido Tostes. 2013;68(391):34–42.

4. Rocha J, Silva VS, Coutinho GF. Desenvolvimento de produtos cárneos com características funcionais: uma revisão. *Rev Bras Tecnol Agroindustr.* 2010;4(2):262–76.
5. Romão JFF, Oliveira CML, Carvalho JJ. Gordura na alimentação humana: importância e controvérsias. *Rev Nutr Func.* 2023;12(1):35–41.
6. Pinheiro SS, Penna ALB. Funções tecnológicas da gordura na formulação de alimentos. *Bol Centro Pesqui Process Aliment.* 2004;22(1):137–50.
7. Faria CP, Salgado JM, Souza NL. Reformulação de produtos cárneos com substitutos de gordura. *Alim Nutr.* 2018;29(2):1–8.
8. Saqueti BD, Venturini AC, Dallago RM. Produtos cárneos saudáveis: tendências e desafios. *Rev Bras Tecnol Agroindustr.* 2019;13(1):24–32.
9. Fonseca YMM, Santos EC, Lima RMM. Perfil nutricional de almôndegas comerciais: uma análise crítica. *Rev Bras Nutr Func.* 2018;10(3):78–86.
10. Santos M, Dantas MI, Silva GM. Efeito da adição de fibras em produtos cárneos: revisão. *Rev Bras Prod Agroindustr.* 2019;21(2):157–66.
11. Hartmann L, Schneider CL, Ludwig DS. Substituição de gordura por fibras em produtos cárneos processados. *Cienc Tecnol Aliment.* 2020;40(1):145–52.
12. Hernández MBJ, Correa MAH, Mahecha AMM. Potencial agroindustrial del epicarpo de maracujá como ingrediente alimenticio activo. *Inf Tecnol.* 2019;30(2):245-56.
13. Silva FM, Pessoa A. Propriedades nutricionais e tecnológicas da farinha da casca de maracujá. *Rev Bras Eng Agric Ambient.* 2021;25(1):91–8.
14. Oliveira PR, Ferreira TS, Andrade LML. Caracterização físico-química da farinha da casca de maracujá. *Rev Inst Laticínios Cândido Tostes.* 2019;74(3):167–73.
15. Catarino RPF. Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos [Trabalho de Conclusão de Curso]. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2016.
16. Carlos SAV, do Amaral LA, Santos MMR, Santee CM, Zampieri DF, Soares WRG, et al. Elaboração de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de casca de maracujá como substituto de gordura. *Evidência.* 2019;19(1):23-44.
17. Brandão L, Costa A, Pereira B, Henrique J, Faria D, de Lima HC. Patês enriquecidos com casca de maracujá. In: Vilela MF, editor. IV Encontro de Jovens Talentos da Embrapa Cerrado. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados; 2009.

18. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg, MD: AOAC International; 2000.
19. Terra NN, Brum MAR. Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade. São Paulo: Nobel; 1988. 119 p.
20. Matos RA, et al. Efeitos do tipo de fermentação na qualidade final de embutidos fermentados cozidos elaborados à base de carne ovina. Bol Cent Pesqui Process Aliment. 2007 Jul-Dec;25(2):225-34.
21. Gonçalves LDA, Magalhães GL. Hambúrguer bovino com substituição da gordura por farinha da casca de maracujá. Rev Verde Agroecol Desenvol Sustent. 2018;13(4):489-94
22. Carvalho LT. Parâmetros tecnológicos, aceitação sensorial e sensação de saciedade após consumo de hambúrguer bovino com adição de fibra de trigo e teor de gordura reduzido [dissertation]. Pirassununga (SP): University of São Paulo; 2015.
23. ORDÓÑEZ, JA. Tecnologia de Alimentos de Origem Animal. v.2. São Paulo: Artmed, 2005. 279p.
24. BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes, 1981.

Capítulo 19

DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-19

HORTAS URBANAS EM COMUNIDADES VULNERÁVEIS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DA BUSCA PELA PROMOÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E REDUÇÃO DA FOME OCULTA

Wesley Kabke *; Eduarda Lemos Blank ; Amanda Forquim Cetolin ;
Roberta Machado Karsburg ; Eduarda Medran Rangel 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: w.kabke@outlook.com*

Resumo: A insegurança alimentar e a fome oculta representam grandes desafios, mesmo com a alimentação sendo um direito social garantido. Neste contexto, a agricultura urbana, por meio de hortas comunitárias, surge como uma alternativa sustentável e multifuncional. O objetivo deste trabalho é apresentar, através de um relato de experiência, os desafios e potencialidades de uma horta urbana para a promoção da segurança alimentar em uma comunidade periférica. A metodologia consistiu em uma intervenção prática em formato de mutirão para revitalização da Horta Comunitária, em Pelotas-RS. As ações envolveram o preparo do solo e o plantio de diversas hortaliças, sendo a experiência documentada por registros fotográficos. Como resultados, a intervenção transformou uma área subutilizada em um espaço produtivo, promovendo a melhoria do solo e atraindo fauna local. O principal impacto observado, contudo, foi o social, com o fortalecimento dos laços comunitários através da intensa troca de saberes entre os participantes. A distribuição dos alimentos cultivados contribuiu diretamente para a segurança alimentar dos moradores. Conclui-se que a horta urbana é uma ferramenta estratégica que transcende a produção de alimentos, atuando como um catalisador de transformação socioecológica, capaz de reconstruir a interação social e a relação da comunidade com o espaço público.

Palavras-chave: agricultura urbana; ODS 2; soluções baseadas na natureza; vulnerabilidades

Abstract: Food insecurity and hidden hunger pose significant challenges, even though food is a guaranteed social right. In this context, urban agriculture, through community gardens, emerges as a sustainable and multifunctional alternative. The objective of this work is to present, through an experience report, the challenges and potential of an urban garden for promoting food security in a peripheral community. The methodology consisted of a practical intervention in the form of a collective effort to revitalize the Community Garden in Pelotas, RS. The actions involved preparing the soil and planting various vegetables, with the experience documented through photographic records. As a result, the intervention transformed an underutilized area into a productive space, promoting soil improvement and attracting local wildlife. The main impact observed, however, was social, with the strengthening of community ties through the intense exchange of knowledge among participants. The distribution of the cultivated food directly contributed to the food security of residents. It is concluded that the urban garden is a strategic tool that transcends food production, acting as a catalyst for socio-ecological transformation, capable of rebuilding social interaction and the community's relationship with public space.

Keywords: urban agriculture; SDG 2; nature-based solutions; vulnerabilities.

INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 6º, passou a incluir a alimentação como um dos direitos sociais, após a promulgação da Emenda Constitucional no 64/2010 (1). Ainda que este direito seja reconhecido, é desafiado por crises globais interligadas na área da economia, política, social, alimentar, ambiental, climática e sanitária, resultando em insegurança alimentar que se manifesta tanto na persistência da fome quanto no aumento da obesidade, demandando ações urgentes e coordenadas (2).

De acordo com o relatório Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo (3), a fome afetou aproximadamente 828 milhões de pessoas em 2021, o que equivale a cerca de 9,8% da população global.

A segurança alimentar está intrinsecamente ligada à agricultura, sendo definida como o acesso físico e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos, que atendam às necessidades e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável (4). No entanto, como observado por (5), a segurança alimentar é uma questão complexa que demanda a integração de intervenções multidisciplinares para a produção sustentável de alimentos.

Adotar hábitos alimentares saudáveis e uma dieta equilibrada é fundamental para a saúde a longo prazo, pois a inclusão de alimentos frescos e nutritivos promove o bem-estar físico, mental e emocional (6).

A agricultura é uma prática milenar essencial para a alimentação humana, porém o uso intensivo de agrotóxicos, embora tenha contribuído para o controle de pragas e o aumento da produtividade agrícola, representa uma faceta controversa desse modelo. Enquanto esses produtos são fundamentais para a proteção das culturas, sua toxicidade afeta não apenas os organismos-alvo, mas também o meio ambiente e a saúde humana. Estudos apontam que os agrotóxicos estão associados a problemas como poluição de solos e recursos hídricos, além de riscos graves à saúde, incluindo diabetes, distúrbios reprodutivos, disfunções neurológicas, câncer e doenças respiratórias (7,8).

Uma das alternativas para as problemáticas associadas à agricultura convencional é a agricultura urbana. A qual refere-se a um tipo de agricultura que ocorre dentro ou ao redor de uma cidade, projetadas para fornecer serviços ecossistêmicos como a produção de alimentos atendendo aos propósitos comunitários (9,10).

A agricultura urbana pode ajudar a aumentar a resiliência da cidade melhorando a segurança alimentar, a saúde pública, construindo capital social e promovendo economia circular (11). Uma maneira de desenvolver a agricultura urbana é através de hortas urbanas.

Assim como, também, as hortas urbanas podem melhorar a segurança alimentar, a saúde, o bem-estar e a sustentabilidade financeira das famílias, aumentando o consumo de frutas e vegetais e reduzindo os riscos de doenças não transmissíveis (12).

Diante do contexto apresentado, o objetivo desta pesquisa é apresentar, através de um relato de experiência, os desafios e potencialidades das hortas urbanas para garantir a segurança alimentar e minimizar a fome oculta em comunidades vulneráveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho configura-se como um relato de experiência, abordagem metodológica que permite descrever uma intervenção prática e seu contexto. A experiência em questão foi uma atividade de revitalização conduzida na Horta Comunitária localizada em um zona periférica da cidade de Pelotas. O local da intervenção é um espaço público no canteiro central da Rua Mário Meneghetti, na Vila Meneghetti, Bairro São Gonçalo, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, como mostra a figura 1. Esse local era utilizado como ponto de descarte irregular de resíduos, antes da existência da horta. A ação transformou, portanto, uma área degradada em um espaço de cultivo e vida (13).



Figura 1 – Localização da horta

A intervenção foi concebida como um mutirão, uma metodologia que promove o trabalho coletivo e a participação direta. A atividade foi realizada em 1º de maio de 2025, marcando o encerramento da Semana do Alimento Orgânico da cidade e conectando a horta a um movimento municipal mais amplo. O grupo de participantes foi diverso, integrando voluntários externos e moradores da própria comunidade, o que fomentou a troca de saberes e fortaleceu laços entre os envolvidos.

Os procedimentos seguiram uma lógica alinhada aos princípios agroecológicos. A primeira etapa consistiu no preparo da área por meio da capina manual, evitando o uso de agrotóxicos, removendo a vegetação espontânea de forma a preparar o solo para receber as novas culturas. Em seguida, procedeu-se à estruturação e delimitação dos canteiros, um passo fundamental para organizar o espaço de cultivo, facilitar o manejo e otimizar a drenagem do solo. A fase de plantio foi planejada para garantir colheitas em curto e médio prazo: foram introduzidas mudas já desenvolvidas de alface, salsa e cebolinha, e realizou-se a semeadura direta de sementes de cenoura. A escolha dessas espécies se deu por serem de fácil cultivo e ampla aceitação, incentivando o consumo direto pela comunidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A reestruturação e revitalização da horta urbana em um local que estava servindo como depósito de resíduos revelou uma série de resultados que se alinham diretamente com os princípios da agricultura regenerativa e a promoção da sustentabilidade urbana.

Inicialmente, a principal problemática a ser superada residia na compactação e perda de nutrientes do solo, uma consequência direta do longo período de inatividade e

das chuvas prévias. A estratégia adotada para contornar esses desafios centrou-se na implementação de valas para drenagem. A observação inicial sugere que as valas foram eficazes em lidar com o excesso de umidade do solo, facilitando a aeração e a recuperação da estrutura do solo após a compactação. Embora uma análise aprofundada da composição nutricional do solo não tenha sido o foco inicial, a vitalidade observada nas plantas em crescimento é um indicativo preliminar da recuperação da fertilidade em um ambiente com drenagem melhorada.

A atividade de plantio de hortaliças, embora focada na produção de alimentos, também gerou um impacto ecológico positivo. No início da reestruturação, a movimentação do solo atraiu a aparição de pássaros interessados nas minhocas e outros organismos expostos. Este fenômeno inicial é um sinal da restauração de cadeias tróficas e da atração da fauna para o ambiente revitalizado. A expectativa futura é que a diversidade de plantas cultivadas, juntamente com o surgimento de plantas espontâneas que são toleradas em um manejo agroecológico, possa atrair uma variedade de polinizadores, contribuindo para a biodiversidade local e fortalecendo o ecossistema urbano. Essa observação inicial sugere que a horta não apenas produz alimentos, mas também atua como um pequeno corredor ecológico em um ambiente urbano.

Um dos aspectos mais relevantes desta ação foi o social, marcado pela intensa troca de saberes entre os voluntários. Essa interação não se limitou à execução de tarefas, mas se estendeu ao compartilhamento de conhecimentos práticos sobre o cultivo de hortaliças, manejo do solo e princípios de sustentabilidade. Embora não tenha sido formalmente documentado, a percepção é que essa troca fortaleceu o senso de comunidade e a apropriação do espaço. A distribuição dos alimentos cultivados na horta para os moradores da comunidade consolidou o papel da horta como uma ferramenta de segurança alimentar.

CONCLUSÕES

A partir da intervenção realizada é possível concluir que a horta comunitária transcende sua função primária de produção de alimentos, apresentando-se como um potente catalisador de transformação socioecológica, utilizando as soluções baseadas na natureza como um meio de promoção da sustentabilidade no meio urbano.

O principal desafio observado foi a necessidade de recuperar um espaço público subutilizado, o que demandou esforço coletivo para o preparo do solo e a estruturação dos canteiros. Contudo, as potencialidades reveladas residem no fortalecimento do capital social; a dinâmica do mutirão promoveu uma intensa troca de saberes entre os voluntários e moradores, reforçando o senso de comunidade e a apropriação coletiva do espaço.

A experiência demonstrou o potencial concreto da agricultura urbana para impactar positivamente a segurança alimentar local, reduzir a fome oculta e colaborar com a recuperação ambiental. A transformação de uma área antes ociosa em uma fonte de alimentos nutritivos e acessíveis, distribuídos aos próprios moradores, é uma evidência direta de sua eficácia. A horta também se revelou um pequeno núcleo de biodiversidade, com a movimentação do solo atraindo fauna local e sinalizando uma recuperação ecológica do ambiente.

Portanto, a iniciativa da horta urbana, mesmo sendo uma ação pontual, tem potencialidades como uma ferramenta estratégica e de baixo custo para o enfrentamento de vulnerabilidades, ambiental e alimentar, além de colaborar para o alcance dos ODS, em especial os ODS 2, 10 e 11.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Grupo de Estudos e Soluções Ambiental - GESA da Universidade Federal de Pelotas pelo apoio e oportunidade de pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Emenda Constitucional nº 64, de 4 de fevereiro de 2010. Altera o art. 6º da Constituição Federal, para introduzir a alimentação como direito social. Diário Oficial da União [Internet]. 2010 [acesso em 29 jan 2025]. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/540667/publicacao/15839166>
2. Guerra LDS. ComiDHAA de verdade para todos: desafios para a efetivação do direito humano à alimentação adequada no cenário de crises no Brasil. Saude Soc [Internet]. 2022 [acesso em 29 Jan 2025];31(2):e210370pt. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902022210370pt>
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations; International Fund for Agricultural Development; United Nations Children's Fund; World Food Programme; World Health Organization. The state of food security and nutrition in the world 2022: repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome: FAO; 2022 [acesso em 3 Dez 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc0639en>
4. Pérez-Escamilla R. Food security and the 2015–2030 sustainable development goals: from human to planetary health. Curr Dev Nutr [Internet]. 2017 [acesso em 4 Dez 2024];1(7):e000513. Disponível em: <https://doi.org/10.3945/cdn.117.000513>
5. Wahbeh S, Anastasiadis F, Sundarakani B, Manikas I. Exploration of food security challenges towards more sustainable food production: a systematic literature review of the major drivers and policies. Foods [Internet]. 2022 Nov 25 [acesso em 4 Dez 2024];11(23):3804. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods11233804>
6. Arias JV, Guerrero CC, Espinoza LG, Jácome MÁE, Arizala JFC. Healthy eating and nutrition, a review of the theoretical aspects of a healthy diet. Ag Salud [Internet]. 2025 [acesso em 17 Dez 2024];3:112. Disponível em: <https://doi.org/10.62486/agsalud2025112>
7. Tudi M, Ruan HD, Wang L, Lyu J, Sadler R, Connell D, et al. Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2021 [acesso em 18 Dez 2024];18(3):1112. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
8. Rani L, Thapa K, Kanojia N, Sharma N, Singh S, Grewal AS, et al. An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. J Clean Prod [Internet]. 2021 [acesso em 18 Dez 2024];283:124657. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124657>
9. Papanek A, Campbell CG, Wooten H. What is urban agriculture? Edis [Internet]. 2023 [acesso em 31 Jan 2025];2023(3). Disponível em: <https://doi.org/10.32473/edis-fy1519-2023>

- 10.** Boukharta OF, Huang IY, Vickers L, Navas-Gracia LM, Chico-Santamarta L. Benefits of non-commercial urban agricultural practices—a systematic literature review. *Agronomy* [Internet]. 2024 [acesso em 31 Jan 2025];14(2):234. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy14020234>
- 11.** Gulyas BZ, Edmondson JL. Increasing city resilience through urban agriculture: challenges and solutions in the global north. *Sustainability* [Internet]. 2021 [acesso em 18 Dez 2024];13(3):1465. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13031465>
- 12.** Guerreiro H, Fernandes T, Câmara MB. Can urban gardens improve food security, health, well-being and financial sustainability of households? *Ann Med*. 2021 [acesso em 23 Jul 2025];53(1):S135. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.1896077>
- 13.** Silva JB, Farias LA, Farias LO, Sanches FM, Mayer F, Falcão LHS. A experiência da Horta Comunitária Agroecológica da Meneghetti em Pelotas (RS). In: *Anais do XII Congresso Brasileiro de Agroecologia*; 2024 [acesso em 23 Jul 2025]; Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: ABA; 2024. p. 1-6. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/7292/5241>

Capítulo 20
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-20
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA, PECUÁRIA
FLORESTA: O CASO DA FAZENDA ITAPEVI - RS

Maicon Michelon Somavilla ; **Luciane Dittgen Miritz** ; **Geferson Gustavo Wagner Mota da Silva** ; **Luiz Carlos Timm** ; **Ione Maria Pereira Haygert Velho** ; **João Pedro Velho** 

Resumo: O presente relato de experiência analisa a aplicação do sistema integração-lavoura-pecuária-floresta - ILPF, na Fazenda Itapevi (Cacequi/RS) e seus impactos ambientais, sociais e econômicos, alinhados à Agenda 2030. Através de estudo de caso com entrevista ao administrador da propriedade, constatou-se que após 23 anos de adoção, o sistema trouxe melhorias na qualidade do solo, bem-estar animal, uso eficiente das áreas, geração de empregos e parcerias com instituições de pesquisa. Embora apresente benefícios ambientais e sociais, persistem desafios econômicos, como a falta de bonificação por produção sustentável. Nesse contexto, as certificações de baixo carbono (CBC) e carbono neutro (CCN) surgem como alternativas para agregar valor ao produto, e possibilitar a superação da fragilidade econômica na manutenção e/ou permanência na ILPF, ao qual figura-se como uma estratégia fundamental para sustentabilidade agropecuária, acompanhada de políticas públicas e abertura a mercados exigentes e/ou específicos.

Palavras-chave: certificação; floresta; lavoura; pecuária; sustentabilidade

Abstract: This experience report analyzes the application of the integrated crop-livestock-forestry system (ICLF) at Fazenda Itapevi (Cacequi/RS) and its environmental, social, and economic impacts, aligned with the 2030 Agenda. Through a case study with an interview with the property manager, it was found that after 23 years of adoption, the system has brought improvements in soil quality, animal welfare, efficient use of areas, job creation, and partnerships with research institutions. Although it presents environmental and social benefits, economic challenges persist, such as the lack of bonuses for sustainable production. In this context, low carbon (CLC) and carbon neutral (CCN) certifications emerge as alternatives to add value to the product and make it possible to overcome the economic fragility in maintaining and/or remaining in ICLF, which is a fundamental strategy for agricultural sustainability, accompanied by public policies and opening to demanding and/or specific markets.

Keywords: certification; forestry; livestock; sustainability; cropping

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem ganhado destaque nas agendas globais, alinhando-se à definição da ONU de desenvolvimento sustentável como aquele que supre as necessidades atuais sem comprometer as futuras. A Agenda 2030 e os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável - ODS, refletem esse compromisso, orientando ações para combater a pobreza, proteger o meio ambiente e propiciar uma sociedade mais justa e sustentável (1).

No setor do agronegócio, observa-se um esforço crescente para alinhar a produção de alimentos e matérias-primas à preservação ambiental. Em muitas

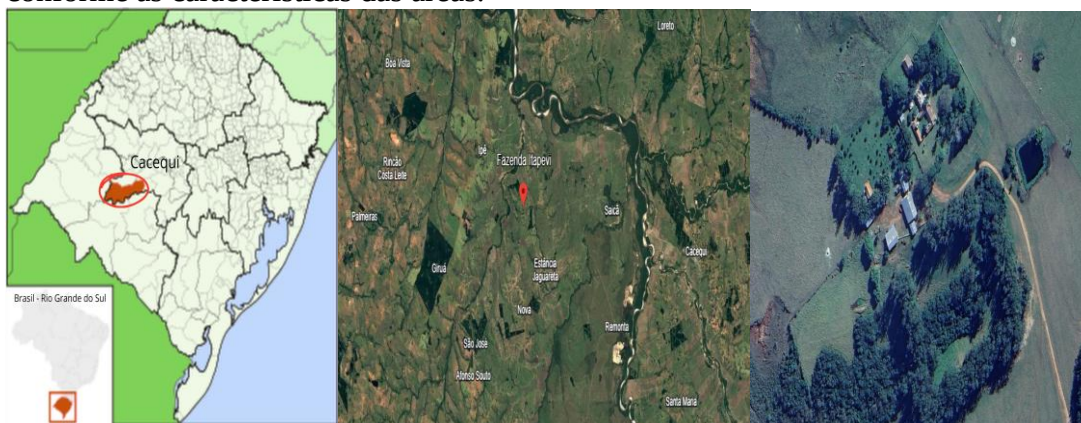
propriedades rurais, práticas sustentáveis já são uma realidade, com ações voltadas não apenas à mitigação de impactos negativos de eventuais práticas desalinhadas aos mecanismos sustentáveis, mas também à recuperação de áreas degradadas e à redução de agentes poluentes (2).

Mediante ao exposto, emana como uma alternativa, dentre as diversas possibilidades eficazes, a integração entre Lavoura, Pecuária e Floresta - ILPF. Embora técnicas de integração com árvores tenham sido registradas já por escritores romanos no século I d.C., o sistema ILPF tem sido aprimorado nas últimas décadas e, atualmente, surge como uma estratégia consolidada, apta e inovadora em produção agropecuária sustentável (3). De acordo com o relatório da Safra 2020/21 da Rede ILPF, houve um crescimento de aproximadamente 15% na área destinada à Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil entre as safras de 2005/06 e 2020/21. Na última safra analisada, o país contava com 17.431.533 hectares sob esse sistema, sendo o Rio Grande do Sul o terceiro estado com maior área implantada, totalizando 2.216.008 hectares (4).

Contudo o presente relato de experiência busca caracterizar de forma descritiva e analítica a adoção do ILPF em uma propriedade rural localizada no interior do Rio Grande do Sul, investigando de que forma essa estratégia produtiva contribui para a sustentabilidade ambiental, social e econômica, em consonância com os princípios estabelecidos pela Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa utilizou um estudo de caso realizado na Fazenda Itapevi, localizado no 3º Distrito de Cacequi, estado do Rio Grande do Sul, Figura 1, sendo composta por uma propriedade familiar com aproximadamente 40 anos de atividade e com cerca de 4.000 hectares de área total. O estudo foi fundamentado na abordagem de Yin (5), adequada para analisar eventos no contexto real. Os dados foram coletados em abril de 2025, por meio de entrevista aberta com o sócio-administrador, zootecnista responsável por 3.000 hectares. A área inclui 200 ha de floresta cultivada e 20% de campo nativo para manejo animal. Além do sistema ILPF, a fazenda cultiva arroz, soja, aveia e azevém, conforme as características das áreas.



(a) Estado do Rio Grande do Sul e município de Cacequi; (b) 3º distrito de Cacequi; (c) Fazendo Itapevi. Figura 1 - Localização Macro (a), Meso (b) e Microrregional (c).

A seção seguinte busca destacar os principais resultados qualitativos emanados da entrevista realizada com sócio-proprietário, no que tange os aspectos técnicos, sociais, ambientais e econômicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistema Produtivo Integração Lavoura, Pecuária e Floresta

A entrevista começou caracterizando a localização e a história da propriedade, com isto, verificou-se que o sistema ILPF está sendo utilizado há mais de 23 anos, estando atualmente com 200 hectares de floresta de eucalipto e carga animal de aproximadamente 1.000 kg/ha. A área serve como "pulmão" para as pastagens nativas, principalmente no inverno, quando os animais a utilizam. Além disso, de abril a junho, os bezerros permanecem na floresta por cerca de 90 dias durante o desmame e recebem suplementação.



(a) Animais sob sombreamento; (b) Pastagem intercalada entre linhas; (c) Solo em sistema ILPF
Figura 2 – Caracterização do sistema ILPF em relação a sombreamento dos animais (a); mútuo benefício entre diferentes sistemas radiculares (eucalipto e pastagem)

As características destacadas, reforçam os construtos teóricos ILPF, como um sistema alternativo sustentável de produção, que combina agricultura, pecuária e floresta em uma mesma área. Essa integração promove sinergia entre os componentes do agroecossistema, favorecendo a sustentabilidade ambiental, a valorização do produtor e a viabilidade econômica da atividade (6).

A alternância do uso das áreas, com a retirada dos animais da floresta entre agosto e outubro e sua alocação em pastagens de azevém, permite a recuperação da vegetação florestal e contribui para o bem-estar animal. No período de maior temperatura, os animais retornam à floresta, onde encontram sombra e microclima mais ameno, o que reduz o estresse térmico — um dos benefícios proporcionados pela integração lavoura-pecuária-floresta (7).

O sistema agroflorestal mostrou-se eficiente, melhorando a ciclagem de nutrientes, a retenção de umidade e o bem-estar animal (8). No entanto, o entrevistado destacou que a implantação da floresta tem alto custo devido à necessidade de manutenção e controle de pragas, como formigas, que podem danificar as plantas em fase de crescimento. Apesar disso, há benefícios: análises do solo comprovaram a ausência de alumínio e maior teor de matéria orgânica nas áreas de floresta, reduzindo a necessidade de adubação (8).

O entrevistado afirmou que, no Rio Grande do Sul, a troca de experiências entre produtores, vizinhos e a participação em dias de campo e eventos de extensão rural são fundamentais para disseminar conhecimentos sobre o sistema ILPF. Apesar de não ser uma tecnologia nova, o sistema integrado lavoura-pecuária-floresta possui alta complexidade técnica, exigindo pesquisas contínuas que considerem as particularidades regionais. Para consolidar a ILPF como estratégia sustentável, é essencial fortalecer a integração entre pesquisa científica, capacitação técnica e transferência de tecnologia para o campo (9).

Não obstante, o entrevistado destacou ser o único da família na produção, contando com seis funcionários fixos e suporte técnico especializado. O sistema ILPF

proporciona benefícios sociais como capacitação profissional, geração de empregos locais, demanda sazonal de mão-de-obra e parcerias com instituições de pesquisa (Embrapa, UFSM, UFRGS), demonstrando seu potencial para promover sustentabilidade social em diferentes contextos produtivos (10).



Figura 3 - Evento técnico e dia de campo ocorrido junto à propriedade rural.

Sustentabilidade econômica e certificação

A sustentabilidade econômica do ILPF decorre da integração entre lavoura, pecuária e floresta, otimizando o uso de terra, máquinas e insumos. O sistema reduz custos ao aproveitar resíduos agrícolas na alimentação animal, fixar nitrogênio com leguminosas e reciclar nutrientes, gerando múltiplas fontes de renda enquanto melhora a qualidade das pastagens e diminui a necessidade de insumos externos (11).

Todavia, o entrevistado relata que, no momento atual, não há nenhum ganho financeiro pela utilização do sistema, ou seja, o valor pago pelo quilo de boi é igual, isto desestimula o produtor e também a entrada de novos produtores ao sistema. Uma alternativa seria a de vender a carne com rótulo de “boi verde”, com valor agregado.



Figura 3 - Certificação (a) Baixo carbono - CBC (12); (b) Carbono neutro - CCN (13).

A certificação Carne Baixo Carbono - CBC, representa uma estratégia sustentável para valorizar sistemas pecuários que reduzem emissões de gases de efeito estufa – particularmente o metano entérico – enquanto promovem o sequestro de carbono através do manejo adequado de pastagens e da integração lavoura-pecuária (12). Essa abordagem combina práticas como abate precoce, aumento da lotação animal e suplementação nutricional balanceada, que conjuntamente elevam a eficiência produtiva e reduzem as emissões por quilograma de carne produzida (12).

O selo Carne Carbono Neutro - CCN, certifica cortes bovinos provenientes de sistemas que compensam as emissões de metano entérico com o sequestro de carbono proporcionado pelas árvores em sistemas integrados. Para obter a certificação, as propriedades devem adotar sistemas com componente arbóreo, garantir o conforto térmico animal e cumprir as normas técnicas da Embrapa (13).

CONCLUSÕES

O sistema ILPF que a Fazenda Itapevi adotou é uma estratégia eficiente para conciliar produção agropecuária com sustentabilidade ambiental, social e econômica. Os resultados mostram melhoramento da fertilidade do solo, bem-estar animal e variação estratégica das produções pecuárias, além de haver uma evolução na geração de empregos e visibilidade/parceria com instituições de extensão e pesquisa. Assim, a barreiras a serem superadas, ausência de incentivos financeiros específicos para carne produzida sob esse sistema limita sua expansão. A certificação com selos como CBC e CCN pode ser o caminho para agregar valor e estimular novas adesões. O fortalecimento de políticas públicas e o acesso aos países exigentes por uma carne de qualidade e preservando o meio ambiente, para a consolidação do sistema ILPF.

REFERÊNCIAS

1. Ramos C, Sambiase MF, Pucinelli RH, Sugahara CR. Ecoinovação e sustentabilidade: um mapeamento bibliométrico relacionado à perspectiva da economia circular. In: Economia Circular: Princípios e Práticas para a Sustentabilidade. Campinas: Editora científica; 2025. p. 9-27. doi:10.37885/241218506.
2. Pinheiro AM, Andrade TB. AGRONEGÓCIO EM VISTA À SUA SUSTENTABILIDADE E AOS SEUS PRINCÍPIOS. OWL [Internet]. 3º de junho de 2025 [citado 9º de junho de 2025];3(2):385-400. Disponível em: <https://revistaowl.com.br/index.php/owl/article/view/3859>.
3. Lima FS, Santos GM, Araújo LF, Costa NR, Almeida RF. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): sustentabilidade, produtividade e desafios [Internet]. 2023 [citado 2025 jun 8]. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/250319061>.
4. Somavilla MM, Miritz LD, Timm LC. Sustentabilidade como estratégia no agronegócio nos sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta [Internet]. In: VI Colóquio & II Colóquio Internacional de Pesquisa em Agronegócios; 2025; Santa Maria, RS. Santa Maria: UFSM; 2025 [citado 2025 jun. 8]. Disponível em: <https://www.ufsm.br/cursos/pos-graduacao/palmeira-das-missoes/ppgagr/sustentabilidade-como-estrategia-no-agronegocio-nos-sistemas-de-integracao-lavoura-pecuaria-e-floresta>.
5. Yin RK. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman; 2005. 212 p.
6. Lima MCD, Gama DC. O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: conceitos, desafios e novas perspectivas. *Agroforestalis News*. 2018;3(1):31–51.
7. Alves FV, Porfírio-da-Silva V, Karvatt Junior N. Bem-estar animal e ambiência na ILPF [Internet]. 2019 [citado 2025 jun 8]. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/232894419.pdf>.

8. SILVA JWT, SOUZA BM de L, SILVA CM. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). RCA [Internet]. 25º de novembro de 2022 [citado 8º de junho de 2025];30(3):71-84. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/9737>.
9. Camargo GP, Pereira RS, Dias Filho SC. Sustentabilidade econômica e ambiental através de sistemas agroflorestais. Rev Estud Interdisc Val Araguaia (REIVA). 2023;6(1).
10. REDE ILPF. ILPF em números [Internet]. 2022 [citado 2024 jul 19]. Disponível em: <https://redeilpf.org.br/ilpf-em-numeros/>.
11. Gontijo Neto A, Nobre MM, Oliveira IR, editors. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – ILPF. In: Nobre MM, Oliveira IR, editors. Agricultura de Baixo Carbono: tecnologias e estratégias de implantação. Brasília (DF): Embrapa; 2018.
12. Embrapa. Diretrizes técnicas para produção de carne em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) [Internet]. Brasília, DF: Embrapa; 2021 [cited 2025 Jun 13]. Available from: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1120985/1/Diretrizestecnicasparaproducaodecarne.pdf>.
13. Embrapa. Carne carbono neutro: diretrizes para produção sustentável [Internet]. Brasília: Embrapa; 2020 [citado 2025 Jun 13]. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1056155/1/Carne_carbononeutro1.pdf

Capítulo 21
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-21
Desenvolvimento de Pão Funcional com Farinha Proveniente do
Resíduo Agroindustrial de Amora-Preta

Maria Fernanda Alves Mendonça^{ID}; Clara Silva Schaefer^{ID}; Ellen Godinho Pinto^{ID}*; Wiaslan Figueiredo Martins^{ID}; Dayana Silva Batista Soares^{ID}; Ana Paula Stort Fernandes^{ID}

*Ellen Godinho Pinto (Corresponding author) – Email: ellen.godinho@ifgoiano.edu.br

Resumo: Este estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar pães adicionados de farinha produzida a partir do subproduto da amora-preta (*Rubus* sp.), obtido do processamento do néctar. A farinha foi elaborada por desidratação em estufa e utilizada em diferentes proporções (5%, 10% e 15%) na formulação dos pães. As análises foram realizadas em triplicata, seguindo metodologias do Instituto Adolfo Lutz, incluindo parâmetros físico-químicos (umidade, cinzas, pH e fenólicos totais), tecnológicos (cor e textura). Os resultados mostraram que o aumento da farinha de amora-preta reduziu o pH e a luminosidade dos pães, elevando o teor de compostos fenólicos, especialmente na formulação com 15%, que apresentou o maior valor (103,76 mg de ácido gálico/mL). A adição da farinha promoveu alterações significativas na cor, conferindo tonalidades mais escuras e avermelhadas ao produto. No perfil de textura, observou-se aumento da dureza e da mastigabilidade com o incremento da farinha, enquanto a resistência à quebra diminuiu. A coesividade foi ligeiramente reduzida nas formulações com farinha, mantendo-se, porém, dentro de padrões aceitáveis. A incorporação do subproduto da amora-preta mostrou-se uma alternativa viável para enriquecer pães com compostos bioativos, agregando valor nutricional e funcional, além de contribuir para o aproveitamento de subprodutos agroindustriais e redução de desperdício.

Palavras-chave: Cor; Textura; Valorização dos subprodutos

INTRODUÇÃO

Frutos de amoreira-preta são altamente nutritivos e benéficos à saúde quando consumidos regularmente além de, apresentarem altas concentrações de metabólitos secundários (1). Quando *consumidos in natura* apresentam em sua composição 85% de água, 10% de carboidratos além de minerais como cálcio, ferro, fósforo e potássio e vitaminas A, B e C (2). São ricos em compostos bioativos com destaque as antocianinas, carotenóides e ácidos. Apresentam diversas funções no organismo devido às altas concentrações de antioxidantes que inativam a ação de radicais livres reduzindo o risco de câncer, doenças cardíacas e estresse oxidativo (3).

O consumo de frutos de amora-preta vem crescendo ao decorrer dos anos devido os benefícios à saúde e às funções no organismo, porém, a alta perecibilidade e fragilidade dos frutos na pós-colheita, é um empecilho para aumentar a área de produção e procura dessa espécie para cultivo (4). Sabido da utilização no processamento, a amora-preta pode ser usada para produção de sucos, geleias, doces, farinhas, licores, entre outros. O processamento da amora-preta é uma alternativa, reduzindo o descarte de frutos, gerando renda às propriedades produtoras e agregando valor ao produto (2).

A Resolução-RDC nº 711, de 1 de julho de 2022 cita que, para produção de farinha pode-se utilizar uma gama de matéria-prima como exemplo de cereais, de frutos, de sementes, tubérculos, entre outros, produzida através da moagem ou outra forma de processamento desde que, seja segura para a produção e manutenção da qualidade da farinha (5).

Pesquisadores apontaram a aceitabilidade pelos consumidores quando utilizaram farinha oriundas de frutos sem que esses produtos, perdessem as propriedades físicas e organolépticas, a produção de farinha é uma alternativa economicamente viável, reduzindo o impacto ambiental através do uso dos subprodutos produzidos pelas indústrias (7), que atende as exigências dos consumidores por produtos nutricionais, sensoriais e funcionais à saúde, além de ser uma alternativa às propriedades que desejam utilizar de amora-preta excedentes.

Propendendo a diminuição do acúmulo de subprodutos gerados pelo setor industrial juntamente com a consciência ambiental em torno do descarte incorreto, vêm surgindo novas alternativas de utilização de subprodutos alimentares, ocasionando em fontes de alimento diversificadas (8). O processo de secagem dos subprodutos excedentes é uma das alternativas que objetiva a produção de farinhas integrando alto valor nutritivo para incorporação em diversos alimentos como pães, bolos e outros (8).

Dessa forma, a inserção de vegetais em produtos processados é uma alternativa para oferecer aos consumidores dietas mais saudáveis contendo fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos. Aliado a isso, o aumento da conscientização dos consumidores por produtos de panificação mais saudáveis levou a uma demanda na reformulação desses alimentos, agregando a eles maior valor nutricional (9).

Objetiva-se com este estudo o desenvolvimento e caracterização de pães enriquecidos com farinha obtida do ~~resíduo~~ da amora-preta, avaliando os efeitos da sua adição, em diferentes proporções (5%, 10% e 15%), sobre as propriedades físico-químicas, tecnológicas e funcionais dos produtos, com foco no aproveitamento de subprodutos agroindustriais e no incremento do valor nutricional.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da farinha de amora

Os subprodutos de amora-preta utilizados para a obtenção da farinha foram provenientes do processamento do néctar da fruta. Inicialmente, os subprodutos foram submetidos à desidratação em estufa com circulação de ar forçado a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por um período de 20 horas. Após a secagem, o material foi triturado em liquidificador industrial até obtenção de uma granulometria homogênea. Em seguida, a farinha foi peneirada com o objetivo de padronizar o tamanho das partículas.

Formulações dos pães

Foram realizadas 4 formulações de pães: 0% de farinha de amora (controle), 5% de farinha de amora (F1), 10% de farinha de amora (F2) e 15% de farinha de amora (F3), de acordo com a Tabela1.

Tabela1. Formulações de pães enriquecidos com farinha de ~~resíduo~~ de amora-preta.

	Controle	F1	F2	F3
Farinha de trigo (g)	100	95	90	85
Farinha de amora-preta(g)	0	5	10	15
Leite (g)	35	35	35	35
Açúcar (g)	10	10	10	10
Fermento (g)	3	3	3	3
Sal (g)	2	2	2	2

Fonte: Autores (2025).

Análises Físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com o Instituto Adolf Lutz (10). Sendo realizadas as análises de: pH em pHmetro devidamente calibrado com solução de pH 4 e 7; Teor de umidade em estufa a 105°C até peso constante; Teor de cinzas, em mufla a 550°C até completa incineração.

Teor de fenólicos totais de acordo com a metodologia descrita por Swain e Hills (11).

Análises Tecnológicas

Foi realizada análise de cor para miolo e casca dos pães, em triplicata. O aparelho usado foi o colorímetro portátil SHE-ESPECTROFOTÔMETRO TEC3020, utilizando sistema CIE L* a* b*, em que L* indica a luminosidade e a* (vermelho-verde) e b* (amarelo-azul) sugerem as coordenadas de cromaticidade.

A análise de perfil de textura foi realizada utilizando um analisador de textura TA.XT/Express Enhanced (Stable Micro Systems, Brasil) equipado com uma célula de carga de 2 kg e uma sondade cilindro com raio de 50 mm. As análises foram realizadas em triplicata. O software Exponent Lite Express 6.1.4.0 foi usado para gravar e analisar os dados. As condições de teste foram estabelecidas de acordo com Miranda et al. (12), onde o “Pré-condições de carregado e utilizado para as medições com a seguinte configuração: pré-velocidade: 3 mm/s, velocidade de teste: 5 mm/s, velocidade pós-teste: 5 mm/s, distância: 10,2 mm, tempo: 0,1 s, força de disparo: 98,07 mN. Os dados foram avaliados com a macro incorporada “TPA50”; os seguintes parâmetros foram calculados e utilizados no estudo: dureza, coesividade, mastigabilidade e resistência a quebra.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o Programa de Estatística Assistat versão 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização físico-química dos pães elaborados com farinha de amora-preta encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Composição físico-química média dos pães adicionados de 0% (Controle), 5 % (F1), 10% (F2) e 15% (F3) de farinha de amora-preta.

Parâmetro	Controle	F1	F2	F3
Umidade (%)	15,39± 2,21 ^b	20,99±0,90 ^a	20,18±0,70 ^a	20,29±2,03 ^a
Cinzas (%)	1,62±0,08 ^a	1,28±0,08 ^c	1,47±0,08 ^b	1,50±0,08 ^{ab}
pH	6,31±0,14 ^a	5,95±0,08 ^b	5,21±0,05 ^c	4,78±0,06 ^d
Teor de fenólicos totais (mg de ácido gálico/mL)	20,27±1,98 ^d	58,74±8,57 ^c	73,65±0,15 ^b	103,76±3,14 ^a

umidade variou entre 15,39% (controle) e 20,99% (F1), sendo que todas as formulações com farinha apresentaram valores significativamente superior ao controle ($p < 0,05$). Resultados semelhantes foram descritos por Gheno et al. (13) em pães franceses enriquecidos com farinhas vegetais. Não foram observadas diferenças significativas entre as formulações F1, F2 e F3.

Os teores de cinzas variaram entre 1,28% (F1) e 1,62% (controle), com comportamento inverso ao observado para a umidade. Valores próximos foram relatados por Salgado et al. (14) em pães enriquecidos com guavira (1,56% a 2,05%). A formulação F1 apresentou o menor teor de cinzas, enquanto o controle e F3 não diferiram estatisticamente.

O pH reduziu-se progressivamente com o aumento da farinha, passando de 6,31 (controle) para 4,78 (F3). Essa redução é atribuída à acidez natural da amora-preta, cuja farinha apresenta pH de aproximadamente 3,75, o que reforça sua influência sobre a acidez da massa.

O teor de fenólicos totais aumentou de forma linear e significativa ($p < 0,05$), variando de 20,27 mg ácido gálico/mL (controle) a 103,76 mg ácido gálico/mL (F3). Esse incremento confirma o potencial da farinha de amora-preta como fonte de compostos bioativos, resultado também observado por Butiuk et al. (15) em pães enriquecidos com erva-mate.

Os resultados da análise instrumental de cor para o miolo e a casca dos pães estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Análise instrumental de cor da casca e do miolo dos pães adicionadas de farinha de amora-preta.

Parâmetro	Controle	F1	F2	F3
CASCA				
a*	9,48 $\pm$ 0,03 ^a	8,70 $\pm$ 0,05 ^b	5,98 $\pm$ 0,05 ^d	6,31 $\pm$ 0,02 ^c
b*	14,03 $\pm$ 0,10 ^a	12,89 $\pm$ 0,06 ^b	5,24 $\pm$ 0,05 ^c	4,78 $\pm$ 0,05 ^c
L*	24,87 $\pm$ 0,00 ^a	23,70 $\pm$ 0,01 ^b	23,65 $\pm$ 0,00 ^c	23,61 $\pm$ 0,03 ^c
Cr*	16,00 $\pm$ 0,25 ^a	10,15 $\pm$ 0,16 ^b	7,65 $\pm$ 0,14 ^c	6,31 $\pm$ 0,08 ^d
MIOLO				
a*	2,45 $\pm$ 0,03 ^c	6,11 $\pm$ 0,04 ^a	5,74 $\pm$ 0,09 ^b	5,74 $\pm$ 0,05 ^b
b*	6,00 $\pm$ 0,10 ^b	6,55 $\pm$ 0,12 ^a	4,08 $\pm$ 0,15 ^c	2,67 $\pm$ 0,10 ^d
L*	30,34 $\pm$ 0,03 ^a	27,71 $\pm$ 0,03 ^b	13,40 $\pm$ 0,05 ^c	9,81 $\pm$ 0,00 ^d
Cr*	7,41 $\pm$ 0,15 ^b	8,95 $\pm$ 0,18 ^a	7,04 $\pm$ 0,12 ^c	6,33 $\pm$ 0,12 ^d

A análise instrumental de cor (Tabela 3) demonstrou que os valores de L*, a*, b* e Cr* da casca reduziram-se com a adição da farinha, indicando escurecimento progressivo do produto, em concordância com Salgado et al. (14). No miolo, houve aumento significativo da coloração vermelha (a)**, esperado devido à presença de antocianinas da amora-preta. Para o parâmetro b, F1 apresentou tonalidade mais amarelada, enquanto F2 e F3 tenderam ao azul. Assim como na casca, a luminosidade (L*) do miolo diminuiu com o aumento da farinha. Considerando que a adição de farinha de amora-preta pode interferir nas propriedades mecânicas dos pães, realizou-se a análise instrumental de textura, cujos resultados encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Análise de Textura nos pães adicionado de 0% (Controle), 5 % (F1), 10% (F2) e 15% (F3) de farinha de amora-preta.

Controle	F1	F2	F3
----------	----	----	----

Dureza (N)	37,47 ± 6,16 ^d	48,22 ± 4,37 ^c	55,09 ± 7,46 ^a	52,03 ± 0,23 ^b
Coesividade (g)	0,15 ± 0,00 ^a	0,14 ± 0,00 ^b	0,14 ± 0,00 ^b	0,14 ± 0,00 ^b
Mastigabilidade (N.m)	0,86 ± 0,98 ^c	0,91 ± 0,57 ^b	1,04 ± 2,88 ^a	0,92 ± 0,19 ^b
Resistência a quebra	0,04 ± 0,00 ^a	0,04 ± 0,00 ^b	0,04 ± 0,00 ^b	0,04 ± 0,00 ^b

Na análise de textura (Tabela 4), a dureza variou de 37,47 N (controle) a 55,09 N (F2), indicando aumento significativo ($p < 0,05$) nas formulações com farinha, especialmente em F2. Essa elevação pode ser atribuída à redução do pH da massa, que altera a estrutura proteica e promove maior firmeza. De acordo com (16), a dureza está relacionada à força necessária para deformar ou romper o alimento, podendo ser correlacionada com a mastigação.

A coesividade apresentou diferença estatística apenas entre o controle (0,15) e as formulações com farinha (0,14), sugerindo leve redução, mas mantendo-se em valores aceitáveis. Conforme Toth et al. (17), reduções na coesividade são comuns em pães com substituições parciais de trigo.

A mastigabilidade aumentou com a adição da farinha, atingindo 1,04 N·m em F2, em comparação a 0,86 N·m no controle. Esse comportamento foi semelhante ao observado por Silva et al. (18) em pães de forma enriquecidos com farinha de gergelim, demonstrando que a presença de fibras e compostos fenólicos pode melhorar a sensação mastigatória.

Quanto à resistência à quebra, verificou-se redução nas formulações com farinha (0,04), enquanto o controle apresentou o maior valor. Esse efeito sugere que a adição da farinha de amora-preta confere menor resistência mecânica ao pão, possivelmente em função de modificações na rede de glúten.

CONCLUSÕES

A adição de farinha obtida do subproduto da amora-preta nas formulações de pães mostrou-se uma estratégia eficaz para o desenvolvimento de produtos com maior valor nutricional e funcional. A incorporação da farinha, especialmente na proporção de 15%, promoveu um ~~significativo~~ aumento significativo no teor de compostos fenólicos, com destaque para o potencial antioxidante ~~potencial~~, além de alterar características físico-químicas como pH, umidade e cinzas.

Do ponto de vista tecnológico, a farinha influenciou parâmetros de cor, conferindo tonalidades mais escuras e avermelhadas aos pães, e impactou a textura, aumentando a dureza e a mastigabilidade, com leve redução na coesividade e na resistência à quebra. Além dos ganhos nutricionais, o estudo evidencia o aproveitamento sustentável de subprodutos agroindustriais, contribuindo para a redução do desperdício e para a agregação de valor na cadeia produtiva da amora-preta.

Dessa forma, a utilização da farinha de amora-preta em produtos de panificação configura-se como uma alternativa viável e promissora para a inovação em alimentos funcionais e sustentáveis.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos pelo suporte institucional, pela infraestrutura disponibilizada e pelo incentivo à pesquisa, que foram essenciais para a realização e o êxito deste estudo.

REFERÊNCIAS

1. Farias DP, Oliveira BL, Souza M, Pereira M, Silva J. A critical review of some fruit trees from the Myrtaceae family as promising sources for food applications with functional claims. *Food Chem.* 2020;306.
2. Freire GPM, Barbosa KLP, Monteiro RS, Souza P. Concentração da atividade antioxidante e qualidade nutricional de amora-preta liofilizada antes do congelamento. *Recima21.* 2023;4:1-13.
3. Ferreira CL. Qualidade de suco integral e de farinhas de amora-preta (*Rubus* spp.) [Trabalho de Conclusão de Curso]. Curitiba (SC): Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Rurais, Curso de Agronomia; 2021.
4. Kostulski DK, Krupek RA. Levantamento e informações químico-bromatológicas de Plantas Alimentícias Não Convencionais ocorrentes na Floresta Nacional de Três Barras (Santa Catarina). *Meio Ambiente (Brasil).* 2023;5:2-17.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 711, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. *Diário Oficial da União.* 2022 jul 1;Seção 1:183.
6. Moura SCSR, Sampaio FO, Barbosa EJM, Santana KRO, Silva PB, Oliveira M. Propriedades físicas e reológicas de produtos à base de frutas. *Braz J Food Technol.* 2016;19:1-8.
7. Cangussu LB, Fronza P, Cavalcanti WM. Fiber-rich powders of tropical fruits by-products: a bibliographic review on their bioactive compounds. *Res Soc Dev.* 2020;9:1-31.
8. Mazalli AVG. Processamento de farinha de resíduo de polpa de amora-preta (*Rubus* sp.) e avaliação de biocompostos [Dissertação]. Araraquara (SP): Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras; 2014.
9. Ranawana V, Campbell F, Bestwick C, Nicol P, Milne L, Duthie G, Raikos V. Breads fortified with freeze-dried vegetables: quality and nutritional attributes. Part II. Breads containing oil as an ingredient. *Foods.* 2016;5:1-14

10. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Zenebon O, Pascuet NS, Tiglea P, coordenadores. 4^a ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008. 1^a ed. digital.
11. Swain T, Hills WE. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric*. 1959;19:1-8.
12. Miranda ESM, Oliveira VMS, Braga RC, Damaceno MN. Avaliação de cor e textura de pão de forma integral com grãos de fabricação industrial e artesanal. *Rev Bras Agrotecnol*. 2021;11:322-7.
13. Gheno AM, Geadicke JP, Müller L, Stoffel F, Barbosa RC. Evaluation of technological attributes of french bread with added vegetable flour. *Braz J Food Technol*. 2022;25:1-13.
14. Salgado CS, Silva KA, Lima AEC, Nunes MA, Ribeiro RV. Adição de farinha de casca de guavira em pão: características físico-químicas e sensoriais. *Braz J Food Technol*. 2022;25:1-11.
15. Butiuk AP, Kubiak T, Cichosz E, Sobczak J, Stasiak M. Optimization and modeling of the chlorogenic acid extraction from a residue of yerba mate processing. *J Appl Res Med Aromat Plants*. 2021;25:1-7.
16. Zambelli RA. Desenvolvimento de massas congeladas de pães tipo forma contendo ingredientes funcionais [dissertação]. Fortaleza (CE): Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; 2014. 203 p.
17. Tóth M, Kaszab T, Lambert-Meretei A. Texture profile analysis and sensory evaluation of commercially available gluten-free bread samples. *Eur Food Res Technol*. 2022;248: :1447–1455.
18. Silva DRS, Pessoa T, Gurjão FF, Mata MERMC, Duarte MEM. Influência da incorporação da farinha de resíduo de gergelim na qualidade do pão. *Res Soc Dev*. 2020;9:1-14.

Capítulo 22
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-22
POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS E O POTENCIAL DE
EXPORTAÇÃO DO CAFÉ ORGÂNICO E REGENERATIVO
PARA O MERCADO NORTE-AMERICANO

Raquel Pereira Foca

¹ Estudante do MBA em Gestão de Mercado e Exportação no Agronegócio –
UNIUBE – Universidade de Uberaba MG.

² E-mail: raquelfochat@gmail.com

³  <https://orcid.org/0009-0004-5047-2353>

Resumo

O presente estudo aborda a posição do Brasil como líder global na cafeicultura e o cenário de crescente demanda internacional por produtos agrícolas sustentáveis, especialmente no mercado norte-americano. A exportação de café é vital para o agronegócio brasileiro e encontra novas oportunidades diante da valorização de práticas sustentáveis. O objetivo deste artigo é analisar como as políticas públicas brasileiras incentivam a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e fortalecem a competitividade do café certificado, tanto orgânico quanto regenerativo, no mercado dos Estados Unidos, identificando os principais desafios e oportunidades. A pesquisa foi conduzida por meio de abordagem exploratória e descritiva, com base em revisão bibliográfica e análise documental. Foram considerados programas governamentais voltados à sustentabilidade agrícola, bem como o papel das certificações que agregam valor ao café destinado à exportação. Os resultados evidenciam que políticas públicas específicas contribuem para viabilizar projetos ambientalmente responsáveis, enquanto as certificações orgânicas e regenerativas atendem à demanda crescente dos consumidores internacionais. Apesar de obstáculos como os custos de certificação e a necessidade de capacitação técnica, a disposição dos consumidores em pagar mais por produtos sustentáveis amplia o potencial de valorização do café brasileiro. Conclui-se que o alinhamento das políticas públicas com as exigências do mercado global é fundamental para consolidar o Brasil como um fornecedor estratégico de café sustentável e de alto valor agregado, promovendo ao mesmo tempo competitividade, responsabilidade ambiental e benefícios socioeconômicos ao setor cafeeiro nacional.

Palavras-chave: Café orgânico; Café regenerativo; Políticas públicas; Exportação; Agronegócio; Estados Unidos.

1 Introdução

O Brasil, historicamente um dos maiores *players* no cenário global do café, tem na exportação desse produto uma fonte vital de renda para o agronegócio nacional. A cafeicultura brasileira, pilar econômico de longa data, diante das crescentes demandas do mercado internacional por produtos que não apenas ostentam alta qualidade, mas que também incorporam critérios de sustentabilidade. O mercado norte-americano, em particular, tem demonstrado uma inclinação cada vez maior por produtos com certificações orgânicas e regenerativas, o que configura uma oportunidade estratégica ímpar para os produtores brasileiros (BRASIL, 2024a). Essa tendência de consumo consciente reflete uma mudança paradigmática, na qual o valor do produto transcende

suas características intrínsecas e passa a incorporar o impacto ambiental e social de sua produção.

Neste contexto, torna-se imperativo analisar o papel das políticas públicas brasileiras como indutoras de práticas agrícolas sustentáveis. É fundamental compreender de que forma essas iniciativas governamentais podem fortalecer a posição competitiva do país no promissor mercado norte-americano de cafés especiais. Este artigo busca explorar a complexa intersecção entre as ações governamentais, as tendências de mercado global e o potencial de agregação de valor para o café brasileiro, contribuindo para a discussão sobre sustentabilidade e competitividade do agronegócio no cenário mundial.

Conforme Marion (2020, p. 15), "a contabilidade rural moderna fornece os subsídios necessários para a tomada de decisões estratégicas, incluindo a análise de mercados e a viabilidade de novas práticas produtivas e mercadológicas, sendo crucial para a saúde financeira do empreendimento rural". Essa perspectiva ressalta a importância de uma gestão eficaz para o aproveitamento das oportunidades de mercado, que demanda uma articulação precisa entre o setor produtivo, as políticas de fomento e as expectativas do consumidor global.

A pesquisa abordará, de forma abrangente, as principais políticas públicas de incentivo à produção sustentável, bem como as certificações e normas aplicáveis ao café orgânico e regenerativo. Também será analisado o panorama atual da exportação de café, com um foco detalhado no mercado norte-americano, e discutiremos os desafios e as oportunidades inerentes a esse segmento de mercado de alto valor agregado.

2 Métodos

O presente estudo emprega uma abordagem predominantemente exploratória e descritiva, utilizando a revisão bibliográfica aprofundada e a análise documental como pilares metodológicos para a coleta e interpretação de dados. Esta combinação metodológica permite um exame compreensivo do tema, abrangendo tanto a fundamentação teórica quanto a evidência prática das relações entre políticas públicas, sustentabilidade e mercado.

A coleta de dados foi realizada por meio de fontes secundárias confiáveis, categorizadas em três grupos:

Literatura Científica e Obras Publicadas: Foram consultados livros e artigos científicos de autores renomados nos campos da contabilidade rural, desenvolvimento sustentável, agroecologia e economia do agronegócio. Dentre as obras utilizadas, destacam-se os trabalhos de Marion (2020), que aborda a gestão contábil no ambiente rural; Veiga (2010), com sua contribuição sobre o desenvolvimento sustentável; Crepaldi (2016), que discute a contabilidade rural; Ricci, Araújo e Franch (2002), com recomendações técnicas para o cultivo orgânico do café; e Altieri (2002), especialista em agroecologia. Essas fontes forneceram o embasamento teórico necessário para a compreensão dos conceitos e práticas relevantes.

Documentos Oficiais Governamentais e Normativos para analisar as políticas públicas e o arcabouço regulatório, foram consultados documentos e relatórios de órgãos como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2024a; BRASIL, 2024b), que detalham programas de incentivo e abertura de mercados. Além disso, a Receita Federal do Brasil (BRASIL, 2014) foi fonte para as diretrizes fiscais aplicáveis ao setor.

Relatórios e Dados Estatísticos de Entidades Setoriais e Associações: Informações cruciais sobre o mercado e a produção foram obtidas de entidades de referência. O Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (CECAFÉ, 2025) forneceu dados atualizados sobre as exportações de café. A Organic Trade Association (2023) foi

consultada para o panorama e projeções do mercado de produtos orgânicos nos Estados Unidos. A análise dos dados coletados buscou identificar a intersecção entre as ações governamentais de fomento à sustentabilidade, as dinâmicas do mercado global (com foco nas demandas norte-americanas) e o potencial de agregação de valor para o café brasileiro. A interpretação desses elementos permitiu aprofundar a compreensão sobre como a sinergia entre esses fatores pode fortalecer a competitividade e a sustentabilidade socioeconômica do agronegócio no cenário internacional.

3 Resultados

A análise dos dados e da literatura revelou que as políticas públicas brasileiras desempenham um papel decisivo na promoção da sustentabilidade no setor agropecuário. O Plano ABC+ (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), por exemplo, destaca-se como um pilar fundamental para o cumprimento das metas brasileiras de redução de emissões de gases de efeito estufa. Esse programa promove não apenas a adoção de tecnologias e sistemas produtivos voltados à mitigação de impactos ambientais, como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e a recuperação de pastagens degradadas, mas também contribui para a otimização dos recursos e o aumento da rentabilidade dos produtores. Complementarmente, o Programa Nacional de Agricultura Orgânica tem um papel crucial no fomento à produção e ao consumo de alimentos orgânicos, oferecendo suporte técnico e financeiro aos agricultores e posicionando o Brasil favoravelmente no atendimento a nichos de mercado mais exigentes (BRASIL, 2024b). Além disso, o Crédito Rural Sustentável se consolidou como uma ferramenta estratégica, viabilizando financeiramente projetos sustentáveis, oferecendo condições acessíveis e estimulando investimentos ambientalmente responsáveis. Conforme Crepaldi (2016, p. 45), "o adequado gerenciamento financeiro, incluindo o acesso a linhas de crédito específicas, é um pilar para a modernização e sustentabilidade das propriedades rurais", evidenciando a sinergia entre políticas públicas e instrumentos financeiros.

No que tange às certificações, a pesquisa demonstrou que elas são a base da credibilidade no mercado de cafés sustentáveis. A certificação orgânica exige a ausência de agrotóxicos e químicos sintéticos, com auditorias e rastreabilidade que garantem a conformidade com padrões internacionais. Ricci, Araújo e Franch (2002, p. 25) ressaltam que o cultivo orgânico demanda "conhecimento aprofundado das interações ecológicas". A certificação regenerativa, por sua vez, avança para além da orgânica, focando na regeneração do solo, biodiversidade e sequestro de carbono, sendo a Regenerative Organic Certification (ROC) uma referência global. Altieri (2002, p. 30) reforça que a agroecologia, base para muitas práticas regenerativas, busca "restaurar e manter a saúde dos ecossistemas agrícolas". A adoção dessas práticas e a busca por certificações são cruciais para acessar mercados *premium* e atender às expectativas dos consumidores conscientes.

O panorama da exportação de café em 2024 reafirmou a liderança brasileira, com um volume recorde de 50,4 milhões de sacas exportadas e uma receita de US\$ 12,3 bilhões (CECAFÉ, 2025). Os Estados Unidos mantiveram-se como o principal destino, importando 8,131 milhões de sacas, o que representa cerca de 16% do total. Embora expressivo, esse desempenho ainda é dominado pelo café convencional: o café orgânico respondeu por aproximadamente 0,3% das exportações brasileiras, equivalente a cerca de 150 mil sacas, enquanto o café regenerativo encontra-se em estágio inicial, com lotes pioneiros certificados e volumes ainda não significativos nas estatísticas oficiais. A crescente demanda internacional por cafés certificados — especialmente nos Estados Unidos, onde o mercado de alimentos orgânicos foi avaliado em US\$ 67,4 bilhões em 2023 e deve atingir US\$ 135,3 bilhões até 2033 (ORGANIC TRADE ASSOCIATION,

2023) — revela uma mudança profunda nos hábitos de consumo, impulsionando a valorização de produtos com impacto socioambiental positivo.

Apesar do cenário promissor, os produtores brasileiros enfrentam desafios como os altos custos de certificação e a necessidade de capacitação técnica. No entanto, as oportunidades são substanciais. A crescente disposição dos consumidores em pagar um preço *premium* por produtos sustentáveis cria um caminho claro para a agregação de valor ao café brasileiro. Essa valorização não se limita apenas ao aspecto ambiental, mas também ao social, com a valorização de cadeias de produção que garantem boas condições de trabalho e remuneração justa. As certificações não apenas ampliam o acesso a mercados mais exigentes, mas também reforçam a imagem do Brasil como fornecedor responsável e ambientalmente consciente,

4 Conclusão

As políticas públicas brasileiras desempenham um papel crucial e insubstituível no estímulo e na viabilização da produção sustentável de café no país. O fortalecimento de programas estratégicos como o Plano ABC+, que fomenta a adoção de tecnologias de baixa emissão de carbono, aliado ao suporte contínuo e à expansão das certificações orgânicas e regenerativas, mostra-se fundamental para posicionar o Brasil como líder global no fornecimento de café de alto valor agregado e ambientalmente responsável. A sinergia entre o apoio governamental e as iniciativas de certificação contribui significativamente para o cumprimento das metas de sustentabilidade do país e, simultaneamente, para a abertura e consolidação em novos mercados de exportação.

Entretanto, apesar dos avanços na adoção de práticas sustentáveis e certificações internacionais, persistem desafios relevantes no campo econômico e comercial. Entre eles, destaca-se o impacto do chamado “tarifaço”, que representa o conjunto de tarifas, sobretaxas e custos logísticos adicionais impostos sobre produtos agrícolas exportados. Essas barreiras reduzem a competitividade do café brasileiro — inclusive o orgânico e o regenerativo — frente a concorrentes de países que possuem acordos comerciais mais favoráveis ou regimes de isenção parcial. Além das tarifas diretas, há os custos associados à adequação documental, certificações exigidas e variações cambiais, fatores que elevam o preço final e podem limitar a expansão em mercados sensíveis ao custo, como o norte-americano e o europeu.

A integração estratégica entre políticas públicas, programas de incentivo e mecanismos de apoio financeiro é essencial para mitigar esses entraves e permitir que os produtores sustentáveis se mantenham competitivos. A demanda crescente e consistente por produtos orgânicos e regenerativos no mercado norte-americano representa uma janela de oportunidade única, mas seu pleno aproveitamento depende da redução de custos de exportação, ampliação de acordos bilaterais e apoio técnico contínuo aos produtores. A visão de desenvolvimento sustentável no agronegócio, conforme proposta por Vieira Filho e Gasques (2023, p. 25), ressalta a importância intrínseca de “integrar a produção com a conservação ambiental para garantir a perenidade do setor e a segurança alimentar a longo prazo, superando a visão meramente produtivista e imediatista”.

Em suma, a aposta estratégica e contínua em uma cafeicultura sustentável e economicamente viável, firmemente respaldada por políticas públicas eficazes e por uma diplomacia comercial ativa, é o caminho mais promissor para consolidar o Brasil não apenas como o maior produtor de café em volume, mas, sobretudo, como um provedor confiável de soluções sustentáveis, capaz de atender às mais altas exigências de um mercado global cada vez mais consciente e rigoroso quanto à responsabilidade socioambiental e às práticas de comércio justo.

Referências

ALTIERI, Miguel A. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Abertura de mercados agrícolas nos Estados Unidos. Brasília, DF: MAPA, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/abertura-de-mercados-agricolas-nos-estados-unidos> Acesso em: 7 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa Nacional de Agricultura Orgânica. Brasília, DF: MAPA, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/abertura-de-mercados-agricolas-nos-estados-unidos> Acesso em: 7 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal do Brasil. Instrução Normativa RFB nº 1.500, de 29 de outubro de 2014. Dispõe sobre normas gerais de tributação relativas ao imposto sobre a renda das pessoas¹ físicas. Diário Oficial da União,² Brasília, DF, 30 out. 2014.

CECAFÉ (CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL). Relatórios de Exportação de Café. São Paulo: Cecafé, 2025. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/> Acesso em: 7 jun. 2025.

CREPALDI, Silvio Aparecido. Contabilidade Rural: teoria e prática. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MARION, José Carlos. Contabilidade Rural: Agrícola, Pecuária e Imposto de Renda. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

ORGANIC TRADE ASSOCIATION. U.S. Organic Industry Survey. Washington, D.C.: Organic Trade Association, 2023. Disponível em: <https://ota.com/resources/market-analysis/organic-industry-survey> . Acesso em: 7 jun. 2025.

RICCI, Marta dos Santos Freire; ARAÚJO, Maria do Carmo Fernandes; FRANCH, Cristina Maria de Castro. Cultivo Orgânico do Café: recomendações técnicas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

VEIGA, José Eli da. Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI. 4. ed. Campinas: Papirus, 2010.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia (Org.). Agropecuária Brasileira: evolução, resiliência e oportunidades. Rio de Janeiro: Ipea, 2023. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12242/17/Agropecuaria_brasileira_book.pdf. Acesso em: 7 jun. 2025.

Capítulo 23
DOI: 10.53934/agronfy-2025-outubro-23
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA COMO
CAMINHO PARA A SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA
BRASILEIRA: EVOLUÇÃO, BENEFÍCIOS E DESAFIOS

Poliana Batista Carneosso^{ID*}; Maicon Michelon Somavilla^{ID} Ione Maria Pereira
Haygert-Velho^{ID}; João Pedro Velho^{ID}; Paulo Sérgio Gois Almeida^{ID}

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:*
polianacarneosso6@gmail.com

Resumo: A agropecuária brasileira passou por transformações significativas nas últimas décadas, impulsionadas pela crescente demanda global por alimentos, pela modernização tecnológica e pela reorganização dos sistemas produtivos. Contudo, o predomínio de modelos convencionais, caracterizados pela fragmentação das atividades agrícolas, pecuárias e florestais, trouxe sérias consequências ambientais e socioeconômicas, como degradação do solo, perda da biodiversidade, comprometimento dos recursos hídricos e aumento das emissões de gases de efeito estufa. Nesse contexto, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) se consolida como alternativa estratégica de intensificação sustentável, ao integrar diferentes sistemas produtivos em uma mesma área, por meio de consórcios, rotações ou sucessões planejadas. Este artigo analisa a evolução da ILPF no Brasil, suas bases tecnológicas, benefícios e desafios de expansão. A análise foi realizada a partir de revisão bibliográfica e documental de estudos técnicos e científicos sobre o tema. Os resultados apontam que o sistema contribui para a recuperação de áreas degradadas, melhoria da fertilidade do solo, sequestro de carbono, uso mais eficiente da terra, diversificação da renda rural e gera importantes benefícios sociais. Além dos ganhos ambientais e produtivos, ressalta-se a importância das políticas públicas, da inovação tecnológica incluindo sensoriamento remoto e inteligência artificial e da capacitação técnica como fatores-chave para ampliar sua adoção. Conclui-se que a ILPF é uma das principais ferramentas para promover uma agropecuária de baixo carbono, resiliente às mudanças climáticas e socialmente inclusiva, reforçando o protagonismo do Brasil na agenda global de sustentabilidade.

Palavras-chave: carbono; conservação; produção; rural; tecnologia

INTRODUÇÃO

A atividade agrícola brasileira passou por profundas transformações nas últimas décadas, impulsionada pela crescente demanda por alimentos, pela modernização tecnológica e pela evolução dos sistemas produtivos. Inicialmente estruturada em moldes simplificados, com predominância da monocultura, a agricultura migrou para modelos mais intensivos e especializados. Nesse processo, as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser conduzidas de forma isolada dentro das propriedades rurais (1-2). Ainda que tenha favorecido ganhos expressivos de produtividade no curto prazo, essa segmentação também acarretou sérios impactos ambientais e expôs sinais claros de esgotamento ecológico e econômico.

O uso intensivo dos recursos naturais e a expansão desordenada da fronteira agrícola têm provocado consequências ambientais severas, como o aumento na emissão

de gases de efeito estufa, a perda da biodiversidade, a degradação do solo, a contaminação dos corpos hídricos e a intensificação dos processos erosivos, fatores que comprometem diretamente a sustentabilidade dos ecossistemas (3-4). Um reflexo importante desse modelo é a situação das pastagens no país: cerca de 52% delas apresentam algum grau de degradação, o que reduz a produtividade, eleva os custos de produção e impacta a rentabilidade das propriedades rurais (5-6).

Tais desafios se intensificam especialmente em regiões tropicais, como o Brasil, onde as restrições edáficas dos solos são fatores determinantes para a viabilidade dos sistemas agropecuários. O solo deve ser capaz de sustentar não apenas os organismos vivos, mas também os processos físico-químicos essenciais ao equilíbrio ecológico, garantindo o desenvolvimento sustentável de plantas e animais (4). Diante desse cenário, torna-se urgente adotar práticas agrícolas que conciliem conservação ambiental, recuperação de áreas degradadas e diversificação das atividades rurais, de modo a promover uma produção sustentável a longo prazo.

Nesse contexto, destaca-se a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) como uma alternativa estratégica e inovadora para reverter os impactos da fragmentação produtiva. Trata-se de um sistema que integra, em uma mesma área, os componentes agrícola, pecuário e florestal, por meio de cultivos consorciados, em rotação ou sucessão. Essa sinergia entre os diferentes usos da terra favorece a conservação dos recursos naturais, melhora a resiliência dos sistemas produtivos às mudanças climáticas e contribui para o aumento da eficiência do uso da terra (6-7).

Entre os benefícios ambientais e produtivos proporcionados pela ILPF estão a ciclagem de nutrientes, melhoria da estrutura do solo, o controle da erosão, o aumento da matéria orgânica, o sequestro de carbono e a ampliação da biodiversidade (8-9). Além disso, o sistema proporciona vantagens econômicas relevantes ao produtor, como a diversificação de fontes de renda, com a comercialização simultânea de grãos, carne, leite e madeira, além de melhores condições de bem-estar animal, graças à oferta de sombra natural e ao conforto térmico (8-10).

Estudos recentes mostram que propriedades que adotam a ILPF podem alcançar ganhos de produtividade de até 30% e redução nos custos de produção em até 20%, em relação aos sistemas convencionais (11-12). Esses resultados evidenciam o potencial da ILPF para viabilizar a intensificação sustentável da agropecuária.

Apesar das suas vantagens, a adoção em larga escala ainda enfrenta desafios importantes. O alto custo inicial, a necessidade de infraestrutura adequada, a exigência de conhecimento técnico especializado e a complexidade logística de comercializar diferentes produtos em sincronia são obstáculos recorrentes, especialmente entre pequenos produtores (12). O governo brasileiro tem buscado mitigar essas barreiras por meio de políticas públicas, linhas de crédito específicas e programas de capacitação voltados à agricultura familiar e ao agronegócio de grande escala (2).

Diante desse panorama, este artigo tem como objetivo evidenciar a relevância da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) como modelo estratégico para a sustentabilidade da agropecuária brasileira, a partir de uma revisão bibliográfica e documental de estudos técnicos e científicos. Nesse contexto, são examinados seus benefícios ambientais, econômicos e sociais, os desafios à sua implementação e seu potencial de transformação na gestão do uso da terra em diferentes regiões do país.

A HISTÓRIA DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF)

A prática de integrar atividades agrícolas, pecuárias e florestais remonta à antiguidade na Europa. Autores como Caio Plínio, em sua obra "História Natural", e Lucius Junius Moderatus, conhecido como Columela, no século I d.C., descreveram sistemas que combinavam árvores, como nogueiras e oliveiras, com pastagens, evidenciando a coexistência harmoniosa entre esses componentes (13).

Com a colonização europeia, essas práticas foram introduzidas no Brasil e adaptadas às condições tropicais e subtropicais do país. No Rio Grande do Sul, por exemplo, desenvolveu-se a integração entre a cultura do arroz inundado e pastagens, demonstrando a versatilidade e a eficácia desses sistemas em diferentes contextos regionais (14-15). Além disso, pequenos agricultores em regiões tropicais adotaram consórcios de múltiplas culturas, refletindo a diversidade e a adaptabilidade das práticas integradas.

Entretanto, ao longo do tempo, a expansão do monocultivo e a adoção de práticas agrícolas inadequadas resultaram em desafios significativos para a sustentabilidade agrícola. Essas abordagens levaram à redução da produtividade, aumento da incidência de pragas e doenças, degradação do solo e esgotamento dos recursos naturais (16). A predominância do monocultivo, muitas vezes sem a implementação de boas práticas agronômicas, contribuiu para a deterioração da qualidade do solo, resultando em baixa produtividade e erosão acelerada.

Nesse contexto, a reintegração de componentes arbóreos às pastagens e lavouras emergiu como uma estratégia crucial para mitigar os impactos ambientais negativos e promover a sustentabilidade dos sistemas agropecuários. A introdução de árvores em áreas agrícolas não apenas auxilia na recuperação de pastagens degradadas, mas também contribui para a conservação da biodiversidade, melhoria da qualidade do solo e aumento da resiliência dos sistemas produtivos (17). Essa abordagem integrada é especialmente relevante em regiões agropecuárias caracterizadas por significativa fragmentação e isolamento de remanescentes florestais naturais.

Assim, a evolução histórica do sistema ILPF reflete uma busca contínua por práticas agrícolas que harmonizem produção e conservação ambiental, destacando a importância da integração de lavoura, pecuária e floresta como caminho para a sustentabilidade no cenário agropecuário brasileiro.

EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DOS SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO-LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

A partir do final da década de 1970, o Brasil obteve iniciativas importantes voltadas à reversão da degradação dos solos agrícolas. Entre as principais estratégias adotadas, destacam-se os sistemas de terraceamento aplicados em microbacias hidrográficas e a disseminação do Sistema Plantio Direto (SPD), com especial ênfase na região Sul do país (18). Essas medidas buscaram estabelecer práticas agrícolas mais sustentáveis, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a eficiência produtiva. No entanto, o sucesso do SPD está diretamente associado à adoção de práticas complementares, como a rotação de culturas, essencial para a manutenção da cobertura vegetal e da estrutura do solo (19).

Essa busca por sistemas produtivos sustentáveis impulsionou o desenvolvimento dos modelos integrados, como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Desde as décadas de 1980 e 1990, centros de pesquisa agropecuária vêm investindo em tecnologias voltadas à recuperação de pastagens degradadas. Um exemplo notável foi a criação do "Sistema Barreirão", que propõe a recuperação de áreas improdutivas por meio do consórcio arroz-pastagem (11). Paralelamente, foram desenvolvidos sistemas

silvipastoris e de integração lavoura-pecuária (ILP), ambos com o propósito de intensificar o uso da terra de maneira sustentável, promovendo a diversificação produtiva e o equilíbrio ecológico (1).

Durante os anos 1990, estudos realizados na região Centro-Sul do Paraná apontaram a compactação do solo ocasionada pelo pisoteio animal como uma das limitações para a adoção de sistemas integrados (20). No entanto, pesquisas posteriores indicaram que, com o manejo adequado da lotação animal, é possível evitar impactos negativos sobre as propriedades físicas do solo, favorecendo inclusive o desenvolvimento das culturas implantadas na sequência (21).

A partir de 2019, os sistemas ILPF registraram uma expansão expressiva em território nacional. Estima-se que a área sob sistemas integrados passou de menos de 2 milhões para aproximadamente 16 milhões de hectares em duas décadas, demonstrando o impacto positivo dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento tecnológico e transferência de conhecimento (22). Em 2021, a Rede ILPF, em colaboração com a Embrapa e outras instituições do agronegócio, traçou a meta de atingir 35 milhões de hectares com ILPF até 2030. Essa iniciativa visa, além de intensificar a produção de grãos, carne e leite, posicionar o Brasil como uma liderança mundial em produção agro-ambiental sustentável (23).

Diversos estudos têm evidenciado os benefícios ambientais do ILPF. Entre eles, destacam-se o aumento do sequestro de carbono, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a melhoria na fertilidade do solo. As áreas sob sistemas ILPF apresentam maior acúmulo de carbono por árvore em comparação às áreas de monocultura, tornando-se uma ferramenta relevante no enfrentamento às mudanças climáticas (24). Além disso, tais sistemas promovem maior estabilidade econômica ao diversificar a produção e aumentar a eficiência no uso dos recursos naturais. Em síntese, a evolução tecnológica dos sistemas ILPF no Brasil constitui um marco relevante na transição para uma agricultura sustentável. Sua adoção e contínuo aprimoramento têm potencial para não apenas recuperar áreas degradadas, mas também transformar o modelo agrícola nacional, integrando produtividade, conservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico.

BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO-LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

A ILPF é considerada uma das principais inovações tecnológicas para promover uma agricultura sustentável no Brasil. O sistema consiste na combinação intencional e planejada de cultivos agrícolas, criação de animais e plantio de florestas em uma mesma área, podendo ocorrer simultaneamente ou em rotação. Ao articular esses componentes de forma sinérgica, o ILPF contribui para otimizar o uso da terra, reduzir impactos ambientais e aumentar a produtividade de maneira sustentável (25-26). A Figura 1 ilustra visualmente a aplicação prática desse sistema, com a coexistência harmônica entre lavoura, pecuária e florestas plantadas em uma única área produtiva.

A implementação do ILPF proporciona múltiplos benefícios, abrangendo dimensões econômicas, ambientais e sociais. No campo econômico, a diversificação produtiva constitui um dos principais ganhos, ao mitigar riscos associados à sazonalidade e às flutuações de mercado, favorecendo a estabilidade financeira dos produtores rurais. Além disso, estudos indicam que propriedades que adotam o sistema ILPF podem apresentar rentabilidade até 6% superior em comparação aos modelos convencionais de produção (27).

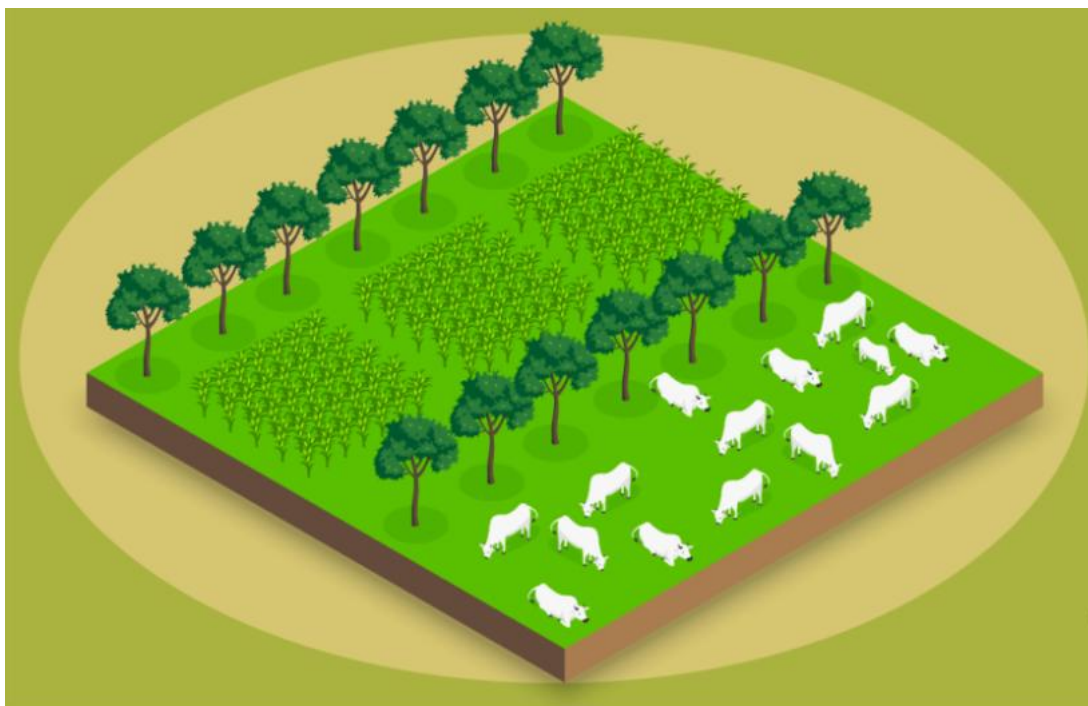


Figura 1: Fazenda com lavoura, gado e eucaliptos - Representação visual da ILPF.
Fonte: John Deere Brasil, 2024.

Do ponto de vista ambiental, a ILPF tem se mostrado eficaz na recuperação de áreas degradadas, na conservação do solo e na melhoria da qualidade da água. A adição do componente florestal e a manutenção de cobertura vegetal contínua reduzem a erosão, aumentam a infiltração de água e favorecem o sequestro de carbono.

Resultados de pesquisas conduzidas pela Embrapa Cerrados mostraram que é possível neutralizar as emissões de gases de efeito estufa de propriedades rurais ao destinar apenas 15% da área para o plantio de árvores, como o eucalipto, que se destacam por sua rápida taxa de crescimento e alta capacidade de captura de carbono (28). Esse efeito é representado visualmente na Figura 2, que compara o sequestro de carbono em áreas manejadas com sistemas ILPF em relação a áreas sob monocultura.

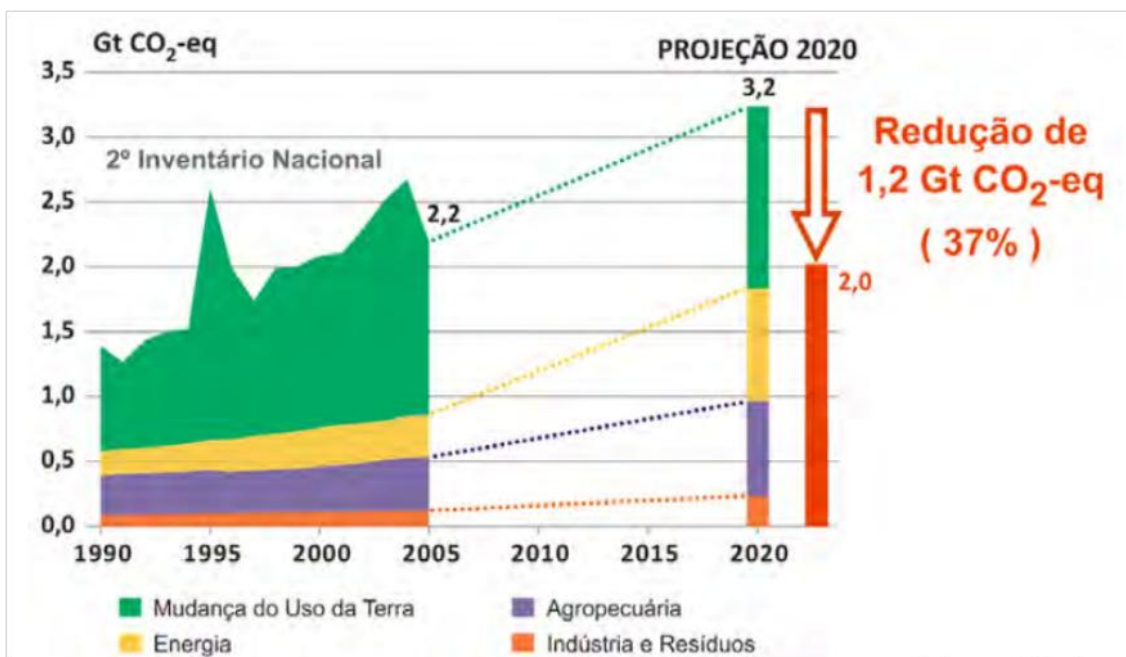


Figura 2 - Sequestro de carbono em áreas com ILPF e monocultivo.
Fonte: Embrapa Cerrados, 2024.

Adicionalmente, os ganhos em fertilidade do solo nos sistemas ILPF são amplamente reconhecidos. A presença de árvores favorece a ciclagem de nutrientes e o aporte de matéria orgânica, elementos que contribuem para a melhoria da estrutura física do solo e para o aumento de sua capacidade produtiva ao longo do tempo. Outro benefício relevante é o conforto térmico proporcionado aos animais.

O sombreamento natural gerado pelo componente arbóreo reduz os efeitos do estresse calórico, especialmente em regiões de clima quente, o que influencia positivamente no desempenho zootécnico e no bem-estar animal (29). A Figura 3 ilustra esse aspecto, mostrando animais em pastagem arborizada, evidenciando o papel do componente florestal na criação de ambientes mais equilibrados e produtivos.



Figura 3 - Animais em pastagem sombreada por árvores. Exemplo de bem-estar animal na ILPF.
Fonte: Canal Rural, 2020.

Diante dos aspectos sócias, a ILPF apresenta impactos notáveis ao promover uma reestruturação das dinâmicas de trabalho e desenvolvimento rural. A diversificação das

atividades produtivas ao longo do ano contribui diretamente para a geração contínua de empregos, reduzindo a sazonalidade da mão de obra e ampliando as oportunidades no meio rural. Essa dinâmica é particularmente relevante em regiões onde o êxodo rural é uma realidade preocupante, pois favorece a permanência das famílias no campo, fortalecendo os vínculos sociais e culturais com o território (30).

Além disso, o sistema exige um novo perfil profissional mais qualificado, promovendo a capacitação técnica de produtores, trabalhadores e extensionistas. A necessidade de conhecimento técnico para manejar adequadamente os componentes agrícola, pecuário e florestal impulsiona a formação de uma força de trabalho mais preparada, contribuindo para a elevação do capital humano e para o aumento da eficiência das unidades produtivas (31). A inserção de jovens e mulheres em funções estratégicas no campo, decorrente da adoção de práticas sustentáveis como a ILPF, também tem sido registrada em diversas regiões do país, ampliando a inclusão social e econômica no setor agropecuário (32).

A expansão sistemática da ILPF no Brasil confirma sua relevância estratégica no contexto de uma agricultura de baixo carbono. De acordo com dados da Rede ILPF, a área ocupada com sistemas integrados passou de 11,5 milhões de hectares em 2015/2016 para 17,4 milhões de hectares em 2020/2021, o que representa um aumento de 52% em cinco anos (33). A meta definida em parceria com a Embrapa é alcançar 35 milhões de hectares até 2030, consolidando o Brasil como líder global na adoção de sistemas produtivos ambientalmente responsáveis e economicamente viáveis (34).

A adoção da ILPF, portanto, agrega valor não apenas aos indicadores produtivos e ambientais, mas também ao aspecto social no meio rural. A Tabela 1, a seguir, sintetiza os principais benefícios do sistema ILPF em quatro dimensões interdependentes, sendo elas: econômica, ambiental, social e produtiva. Refletindo o caráter holístico e sustentável dessa estratégia produtiva.

Tabela 1 - Benefícios da ILPF em diferentes aspectos.

Aspecto	Benefícios Principais
Econômico	Aumento da produtividade por área, redução de custos, diversificação da renda, menor dependência de insumos químicos e mitigação de riscos climáticos.
Ambiental	Redução da erosão, sequestro de carbono, melhoria da fertilidade do solo, melhora da água e conservação da biodiversidade.
Social	Geração de empregos, fixação no campo, e capacitação técnica.
Produtivo	Melhoria da fertilidade do solo, maior eficiência no uso de recursos naturais e aumento de resiliência climática.

A consolidação da ILPF como modelo de produção sustentável representa uma resposta concreta aos desafios contemporâneos da agricultura brasileira. Sua implementação de forma planejada e tecnicamente assistida tem contribuído de maneira expressiva para a promoção da resiliência produtiva, da conservação dos recursos naturais e da valorização do capital humano nas zonas rurais do país (35).

IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO PARA A PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Durante a década de 1980, a Embrapa passou a desenvolver e aperfeiçoar sistemas produtivos voltados à sustentabilidade do uso da terra no Brasil, visando conter a degradação ambiental causada por práticas convencionais de monocultivo e pastagens extensivas. Entre as tecnologias desenvolvidas, destacam-se os sistemas integrados, classificados em quatro modalidades principais: Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Integração Pecuária-Floresta (IPF), Integração Lavoura-Floresta (ILF) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), também conhecidos, respectivamente, como agropastoril, silvipastoril, silviagrícola e agrossilvipastoril. Esses sistemas são concebidos com base em diferentes formas de combinação entre atividades agrícolas, pecuárias e florestais, podendo ocorrer em sucessão, rotação ou consórcio na mesma área produtiva (1).

O sistema ILP envolve a combinação de lavouras com a criação de animais, promovendo uma sinergia que melhora o aproveitamento do solo ao longo do ano. Já o modelo IPF agrega o componente florestal às pastagens e à pecuária, otimizando o uso da área com benefícios como sombreamento e conforto térmico para os animais (36). O sistema ILF, por sua vez, une árvores e cultivos agrícolas, contribuindo para a proteção do solo, conservação hídrica e diversificação produtiva. O ILPF, sistema mais completo e diversificado, integra simultaneamente lavoura, pastagens com animais e espécies florestais, representando uma estratégia robusta de intensificação sustentável da produção agropecuária (37).

Nos últimos vinte anos, o ILPF ganhou destaque como um modelo promissor para a intensificação sustentável do uso da terra, sendo apontado como uma das principais alternativas para mitigar os impactos ambientais associados à agricultura convencional e atender à crescente demanda por alimentos, fibras e energia de maneira ambientalmente responsável (38). Os benefícios associados à adoção do ILPF vão além do aumento da produtividade. A Rede ILPF destaca que esses sistemas proporcionam uma melhor utilização dos recursos naturais, como água, luz solar e nutrientes do solo, que favorecem processos ecológicos como a ciclagem de nutrientes, o aumento da biomassa e o sequestro de carbono. A capacidade de armazenar carbono no solo e na vegetação arbórea torna o ILPF uma estratégia relevante para a neutralização dos gases de efeito estufa (GEEs), contribuindo com as metas de mitigação das mudanças climáticas propostas em acordos internacionais, como o Acordo de Paris (36).

Assim, o ILPF representa uma resposta concreta aos desafios ambientais e econômicos enfrentados pela agricultura moderna, ao mesmo tempo em que promove a conservação dos recursos naturais, a resiliência climática e a sustentabilidade das paisagens rurais brasileiras.

DESAFIOS E TENDÊNCIAS DO ILPF

Apesar dos benefícios, a adoção do ILPF enfrenta desafios significativos. Um dos principais obstáculos é o alto investimento inicial necessário para a implantação do sistema, incluindo custos com infraestrutura, aquisição de mudas nativas, insumos e manejo adequado. Essa exigência financeira pode desmotivar pequenos produtores a adotarem a prática (39).

Outro desafio é a necessidade de capacitação técnica. A eficácia do ILPF depende de práticas de manejo corretas e conhecimento técnico especializado. A falta de assistência técnica adequada pode comprometer os resultados esperados do sistema. A logística e o acesso ao mercado também representam desafios. A comercialização de produtos diversos, como carne, grãos e madeira, requer um planejamento logístico eficiente e mercados organizados para absorver essa produção diversificada (10).

No entanto, existem tendências promissoras associadas ao ILPF. A inovação tecnológica, como o uso de sensoriamento remoto e inteligência artificial, está sendo cada vez mais aplicada para otimizar o manejo e aumentar a produtividade. Essas tecnologias permitem monitorar a adoção dos sistemas ILPF e identificar áreas agrícolas com práticas sustentáveis (40).

Além disso, o ILPF contribui para a sustentabilidade ambiental, especialmente no que diz respeito ao sequestro de carbono. A integração de árvores nas áreas de produção ajuda a capturar gases de efeito estufa, promovendo a neutralização dessas emissões. O apoio governamental também é uma tendência importante. Programas como o Plano de Agricultura de Baixo Carbono (ABC) incentivam a adoção de sistemas ILPF, oferecendo suporte para práticas agrícolas sustentáveis (39).

Em resumo, o ILPF é uma abordagem promissora para a agricultura sustentável, equilibrando produção e preservação ambiental. Apesar dos desafios, as tendências atuais indicam um caminho favorável para a expansão e consolidação desse sistema no Brasil.

CONCLUSÃO

A ILPF configura-se como uma solução eficaz para os desafios da sustentabilidade na agropecuária brasileira. Ao integrar lavouras, pecuária e florestas, o sistema contribui para a recuperação de áreas degradadas, melhora a fertilidade do solo, aumenta o sequestro de carbono e preserva a biodiversidade, reforçando sua relevância no enfrentamento das mudanças climáticas e da degradação ambiental.

No aspecto econômico, a ILPF contribui para a diversificação da produção e a estabilidade da renda dos produtores, aumentando a competitividade e permitindo maior resistência às flutuações do mercado. Além disso, o modelo se revela uma ferramenta importante para o aumento da eficiência produtiva, proporcionando ganhos substanciais de produtividade e redução nos custos de produção.

Entretanto, para que a adoção da ILPF se torne uma realidade em larga escala, é essencial superar desafios como os altos custos iniciais e a complexidade do manejo integrado. A promoção de políticas públicas que incentivem a adoção dessas práticas, juntamente com o suporte técnico adequado e a capacitação de produtores, é fundamental para garantir a expansão do modelo. A crescente adesão da ILPF no Brasil demonstra que, com o apoio necessário, este sistema tem o potencial de revolucionar a agricultura nacional, alinhando-se às necessidades de sustentabilidade e inovação no campo.

Em resumo, a ILPF não é apenas uma alternativa viável para a sustentabilidade da agropecuária brasileira, mas também uma estratégia essencial para o futuro da produção agrícola no país. A continuidade dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia será determinante para consolidar os benefícios desse sistema, tornando-o uma solução cada vez mais acessível e eficaz para os produtores rurais de diferentes regiões.

REFERÊNCIAS

1. BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, G. B. Contribuições dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono. *Revista Brasileira de Geografia Física (RBGF)*, v. 5, p. 1014-1026, 2011.

2. OTAVIO CABRAL NETO, L. L. de O.; SILVA, D. P.; ROCHA, E. R.; SILVA, A. J. A. DA; ROSANOVA, C. Fundamentos e características do sistema de integração lavoura-pecuária no estado do Tocantins: uma revisão da literatura. *Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro*, v. 3, n. 3, 2024.
3. BALBINO, Luiz Carlos et al. *Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta: Reference document crop-livestock-forestry integration*. 2. ed. Brasília, DF, 2011.
4. CARDILI, V. Qualidade química do solo sob sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta e outros diferentes sistemas de uso da terra no bioma cerrado. 2023.
5. ALMEIDA, R. G. et al. Sistemas integrados de produção agropecuária e seus impactos na sustentabilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 47, 2018.
6. CORDEIRO, R. A. M. et al. Contribuição da matéria orgânica do solo em sistema ILPF: integração lavoura, pecuária e floresta. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 17, n. 5, e6538, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.5-121
7. EMBRAPA (Brasil). Benefícios dos sistemas integrados para conservação do solo são demonstrados no TecLeite, 2019.
8. ALVES, F. V.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; KARVATTE JUNIOR, N. Bem-estar animal e ambiência na ILPF. In: *Embrapa Gado de Corte* (ALICE), 2019. Capítulo em livro científico.
9. MÜLLER, M. D.; CALSAVARA, L. H. F.; BRIGHENTI, A. M.; MARTINS, C. E.; PACIULLO, D. S. C. Manejo silvicultural em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. *Embrapa Gado de Leite - Capítulo em livro técnico* (INFOTECA-E), 2018.
10. CARVALHO, P. C. F. et al. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: uma estratégia de agricultura sustentável para o Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 38, n. 1, 2021.
11. KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. de. Renovação de pastagens do cerrado com arroz: I. Sistema Barreirão. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1991. 20 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 33).
12. SANTOS, A.L. A logística nas cadeias produtivas do agronegócio. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 6, n. 8, p. 33-54, 2019.
13. DUPRAZ, C.; LIAGRE, F. *Agroforesterie: des arbres et des cultures*. Paris: France Agricole, 2008. 413 p.
14. GHOLZ, H. L. (Ed.). *Agroforestry: realities, possibilities and potentials*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1987. 227 p.

15. NAIR, P. K. R.; TONUCCI, R. G.; GARCIA, R.; NAIR, V. D. Silvopasture and carbon sequestration with special reference to the Brazilian savanna (Cerrado). In: KUMAR, B. M.; NAIR, P. K. R. (Ed.). Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges. London: New York: Springer, 2011. p. 145-162.
16. MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 133-146, 2009.
17. SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, p. 1349-1356, 2011
18. CASTRO FILHO, C. et al. Atributos físicos e rendimento de milho em sistemas de preparo do solo e rotação de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 415-423, 2002.
19. MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa de agricultura conservacionista para os diferentes biomas brasileiros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18, 2010, Teresina. Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil: anais... Embrapa Meio-Norte; UFPI, 2010.
20. MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J. Integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 1, 2002, Pato Branco. Anais. Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p. 3-42.
21. CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, L. M. N.; MELLO, C. R. de; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, p. 277-289, 2010.
22. GLOBO RURAL. Sistemas integrados (ILPF) crescem e ganham apoio de grandes empresas, 2021.
23. SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA – SNA. Meta é ter 35 milhões de hectares com ILPF até 2030. 2021. Disponível em: <https://www.sna.agr.br>. Acesso em: 08 mai. 2025.
24. CANAL RURAL. ILPF ajuda a sequestrar carbono e combater mudanças climáticas. 2021.
25. BEHLING, M. et al. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). *Boletim de Pesquisa de Soja*, 2013/2014, p. 306-325, 2019.
26. EMBRAPA. Tema: Integração Lavoura Pecuária Floresta. 2021.
27. FELTRAN-BARBIERI, R.; FÉRES, J. G. Degraded pastures in Brazil: improving livestock production and forest restoration. *Royal Society Open Science*, v. 8, e201854, 2021. DOI: 10.1098/rsos.201854.

28. SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. Experimento da Embrapa comprova benefício ambiental da ILPF. 2021. Disponível em: <https://sna.agr.br/experimento-da-embrapa-comprova-beneficio-ambiental-da-integracao-lavoura-pecuaia-floresta/>. Acesso em: 08 mai. 2025.
29. CORDEIRO, L. A. M. et al. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, DF, v. 38, n. 1, 2021.
30. ANDRADE, C. M. S. de et al. ILPF e seus efeitos no desenvolvimento social rural. *Revista Ciência & Sociedade*, 2022.
31. CARVALHO, J. L. N. et al. ILPF como estratégia para agricultura de baixo carbono. *Agricultura Sustentável*, v. 5, n. 2, p. 45-62, 2021.
32. BUNGENSTAB, D. J. et al. *ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta*. Brasília, DF: Embrapa, 2019.
33. REDE ILPF. Dados de crescimento do sistema no Brasil. 2022.
34. SCOT CONSULTORIA. Integração lavoura-pecuária: caminho em prol da produtividade e da sustentabilidade. 2021.
35. FERREIRA, A. D.; SERRA, A. P.; MELOTTO, A. M.; BUNGENSTAB, D. J.; LAURA, V. A. Manejo das árvores e propriedades da madeira em sistema de ILPF com eucalipto, 2019.
36. PIVA, Artur. Estudo mostra que fazendas de gado podem sequestrar carbono: As reduções de emissões ficaram entre 11% e 69%, em comparação com a média global. *Revista Oeste*, 08 nov. 2021.
37. REIS, R. A.; CARDOSO, A. S.; DELEVATTI, L. M.; LEITE, R. G.; SINISCALCHI, D.; RUGGIERI, A. C. Eficiência na produção de bovinos e o impacto ambiental da atividade pecuária. In: MACEDO JÚNIOR, G. L.; SILVA, S. P. (Coord.). *Anais das Palestras/ IV Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado: Eficiência produtiva e impacto ambiental na produção de ruminantes*. Uberlândia: UFU, 2018. p. 7-15.
38. ALMEIDA, L. L. S.; FRAZÃO, L. A.; LESSA, T. A. M.; FERNANDES, L. A.; VELOSO, A. L. C.; LANA, A. M. Q.; SOUZA, I. A.; PEGORARO, R. F.; FERREIRA, E. A. Soil carbon and nitrogen stocks and the quality of soil organic matter under silvopastoral systems in the Brazilian Cerrado. *Soil and Tillage Research*, v. 205, p. 104785, 2021.
39. CARNEVALLI, R. A. et al. *Suplementação estratégica em sistemas integrados de produção*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2019

40. DIAS-FILHO, M. B. Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia Brasileira. Boletim Técnico, n. 112. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2020. 48 p.

Resumo 01

COMPARAÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE MADEIRA DE EUCALIPTO E CAPIM ELEFANTE NO BIOCHAR PRODUZIDO

Daniel Ferreira Martins Pio¹; Flávio Bahdur Chueire²; Gregor Kux³; Luciana Calore⁴;

¹Engenheiro Agrônomo – FCAVJ UNESP – Assistente Agropecuário V CATI Regional Botucatu.

²Engenheiro Agrônomo - UniPinhal – Ms em Produção Vegetal – FCAVJ UNESP -Assistente Agropecuário III Casa de Agricultura de Bofete-SP. ³Terra Carbono Ecológica Ltda, Senador Canedo-GO

. ⁴Engenheira Agrônoma - UFLA - Dra em Tecnologia Pós-Colheita, FEAGRI/UNICAMP - Assistente Agropecuário Casa de Agricultura de Itatinga-SP.

Introdução: o biochar é um material carbonáceo obtido pela pirólise de biomassa em condições de baixo teor de oxigênio; suas propriedades físicas (alta porosidade, grande área específica), químicas (pH alcalino, alta capacidade de troca catiônica, estabilidade de carbono) e biológicas (capacidade de fornecer habitat para microrganismos benéficos) variam conforme a matéria-prima. A concentração de carbono fixo no biochar depende do tipo de biomassa e das condições de queima, conferindo-lhe atributos como maior retenção de água, melhoria na aeração do solo e aumento da atividade microbiana. Quando aplicado como insumo agrícola, o biochar promove melhoras físicas (estrutura do solo, porosidade), químicas (aumento da fertilidade, retenção de nutrientes) e biológicas (incremento da microbiota benéfica), beneficiando os solos de cultivo. **Objetivo(s):** construir e utilizar um forno Kon-Tik, de formato trapezoidal, escavado no solo, para comparar a queima de dois materiais (madeira de eucalipto e colmos de capim elefante, ambos com teor de umidade abaixo de 20%), determinando a quantidade de biochar produzido, a qualidade granulométrica resultante em cada caso, o tempo de queima e a emissão visual de fumaça. Adicionalmente, capacitar produtores rurais na construção do forno Kin-Tik e no preparo de biochar, promovendo autossuficiência nas propriedades rurais para a produção de parte de seus próprios insumos. **Métodos:** empregou-se um forno Kon-Tik com dimensões: base menor 0,82 m × 1,50 m, base maior 1,50 m × 1,50 m, profundidade 0,93 m; laterais de 0,99 m com ângulo de 70° em relação à base; extremidades a 90° da base. Realizaram-se duas queimas: em 26/04/2025, 1 m³ de madeira de eucalipto (diâmetro ~12 cm, comprimento 0,90 m, umidade ~20%); em 30/05/2025, 1 m³ de colmos de capim elefante (diâmetro ~3 cm, comprimento 1,50 m, umidade ~20%). **Resultados:** a primeira queima durou cerca de 4 horas, com pouca emissão de fumaça, produzindo 400 L de carvão de elevada dureza e alta densidade, com granulometria considerada grande, necessitando trituração para obtenção de biochar, processo trabalhoso que gerou considerável poeira. A segunda queima durou aproximadamente 40 minutos, com emissão intensa de fumaça, produzindo 200 L de carvão de granulometria fina, sem necessidade de trituração para biochar, apresentando baixa densidade e facilidade de fraturamento. **Conclusão:** a produção de biochar em forno Kon-Tik é viável para produtores rurais. As diferenças observadas (maior rendimento e densidade no eucalipto; menor custo e facilidade de manuseio no capim elefante) devem-se ao maior teor de lignina da madeira de eucalipto e ao fato de o capim elefante não possuir valor de mercado competitivo, tornando sua produção mais econômica.

Palavras-chave: biochar; eucalipto; capim elefante; granulometria; forno Kon-Tik; produtores rurais.

Resumo 02

TRATAMENTOS ALTERNATIVOS PARA CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA NA PÓS-COLHEITA: COMPARAÇÃO COM O USO DE FUNGICIDA SINTÉTICO

**João Paulo Zagonel ¹; Ezequiel Marcos Calixto ²; Suellen Riquelme Correa ³;
Raiane Castilho Trofino ⁴; Murilo Ferreira da Silva ⁵; Tathiana Elisa Masetto ⁶;
Silvia Maria Martelli ⁷.**

¹ Estudante do Curso de Biotecnologia - FCBA – UFGD.

² Estudante do Programa de Pós Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde - PPGANS – UFGD. ³
Estudante do Curso de Nutrição - FCS – UFGD. ⁴ Estudante do Curso de Biologia - FCBA – UFGD. ⁵
Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - FAEN – UFGD. ⁶ Docente/pesquisador do Depto de
Engenharias – FAEN – UFGD. ⁷ Docente/pesquisador do Depto de Ciências Agrárias – FCA – UFGD.

Introdução: O tratamento de sementes de soja é uma prática agrícola para evitar os impactos negativos dos microrganismos no desempenho inicial das plântulas. A busca por alternativas ao uso de fungicidas sintéticos para o tratamento de sementes é essencial para promover a sustentabilidade da cultura da soja, reduzir a dependência de insumos químicos e eventuais contaminações ambientais. **Objetivos:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de tratamentos alternativos de sementes de soja (FIBRA) durante o armazenamento, comparando com o método convencional. **Métodos:** Foram testados quatro tratamentos: controle (sem tratamento), fungicida sintético (Apron RFC), *blenda* polimérica 0,3 % (carboximetilcelulose + pectina) e emulsão de óleos essenciais (OE) 0,5% (cravo botão, tomilho branco e triglicerídeo de babaçu). A aplicação dos tratamentos foi realizada pelo método de aspersão e os efeitos foram avaliados na germinação de sementes e no comprimento de plântulas normais. **Resultados:** O maior resultado de germinação de sementes foi observado com o tratamento com fungicida sintético (82%), seguido pelo controle (81%), ambos com valores superiores a 80%, atendendo ao padrão mínimo estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para comercialização de sementes de soja. Com a emulsão de OE, as sementes apresentaram 78% de germinação e o menor resultado de germinação (64%) foi observado com a *blenda* polimérica. O comprimento médio de plântulas foi maior com o tratamento com fungicida (8,5 cm), seguido pelo controle (5,0 cm). Devido ao número reduzido de plântulas normais com os tratamentos de emulsão de OE e *blenda* polimérica, as amostras provenientes dos testes foram insuficientes para determinação do comprimento médio, indicando o efeito adverso desses tratamentos alternativos no crescimento inicial das plântulas de soja. Em relação ao teor de água, todos os tratamentos proporcionaram valores dentro do padrão de boa qualidade estabelecido pelo MAPA em Regras para Análises de Sementes (RAS), com exceção da formulação de emulsão de OE, que apresentou umidade superior ao limite recomendado. **Conclusão:** Entre os tratamentos testados, a emulsão de OE apresentou desempenho próximo ao fungicida, com uma diferença de apenas 4 pontos percentuais. No entanto, os valores obtidos ficaram abaixo do mínimo exigido para comercialização de sementes de soja. A *blenda* polimérica, por sua vez, resultou na maior perda de água das sementes e no menor resultado de germinação. Conclui-se que ajustes nas formulações dos tratamentos alternativos são necessários para garantir maior eficácia e viabilidade prática em comparação ao fungicida sintético.

Palavras-chaves: Tecnologia pós-colheita; Armazenamento de sementes; Alternativas naturais.

Resumo 03

IMPORTÂNCIA DA EMISSÃO DE AVISOS FITOSSANITÁRIOS NA AGRICULTURA REGENERATIVA

Iria Sartor Araujo¹; Hamilton Justino Vieira²;

¹Pesquisadora, Dra. – Epagri-Ciram.

² Pesquisador, Dr. – Epagri-Ciram.

Introdução: A agricultura regenerativa se alinha com a necessidade de sistemas agrícolas mais sustentáveis e resilientes, e os avisos fitossanitários desempenham um papel importante nesse contexto. Em um cenário de mudanças climáticas e eventos extremos, a capacidade de prever e manejar pragas e doenças de forma eficiente é fundamental para garantir a segurança alimentar e a sustentabilidade da produção agrícola. Os avisos fitossanitários fornecem informações cruciais para que os agricultores tomem as melhores decisões de manejo, maximizando os benefícios nas diferentes cadeias produtivas. **Objetivo:** Apresentar a plataforma Agroconnect como ferramenta de gestão agrícola e apoio à agricultura regenerativa. **Métodos:** O Agroconnect é a plataforma da Epagri-Ciram que apresenta as informações referentes à agricultura, e possui 200 pontos de monitoramento agroambiental no estado de Santa Catarina, através de estações automáticas telemétricas, distribuídas em todas as regiões agroecológicas. **Resultados:** A partir dos dados de monitoramento, são divulgados avisos de favorabilidade de desenvolvimento de doenças em diferentes culturas, como soja, cebola, maçã e banana, com periodicidade diária, o que favorece a tomada de decisão quanto ao manejo da lavoura ou pomar, otimizando as aplicações de agroquímicos e fertilizantes. **Conclusão:** A plataforma Agroconnect, desempenha um papel crucial no apoio à agricultura regenerativa, através dos avisos fitossanitários. A ferramenta permite que os agricultores otimizem o manejo de suas lavouras, tomando decisões mais assertivas quanto à aplicação de insumos, contribuindo para a sustentabilidade da produção e a redução dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Monitoramento agroambiental; Agroconnect; Apoio a decisão

ISBN 978-658506229-9



9

786585

062299